



Le détour, la pause et l'optimalité, Essai sur la distance et ses apports au transport et à l'urbanisme

Alain L'Hostis

► To cite this version:

Alain L'Hostis. Le détour, la pause et l'optimalité, Essai sur la distance et ses apports au transport et à l'urbanisme. Architecture, aménagement de l'espace. Université Paris-Est, 2014. tel-01081570

HAL Id: tel-01081570

<https://hal.science/tel-01081570>

Submitted on 9 Nov 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

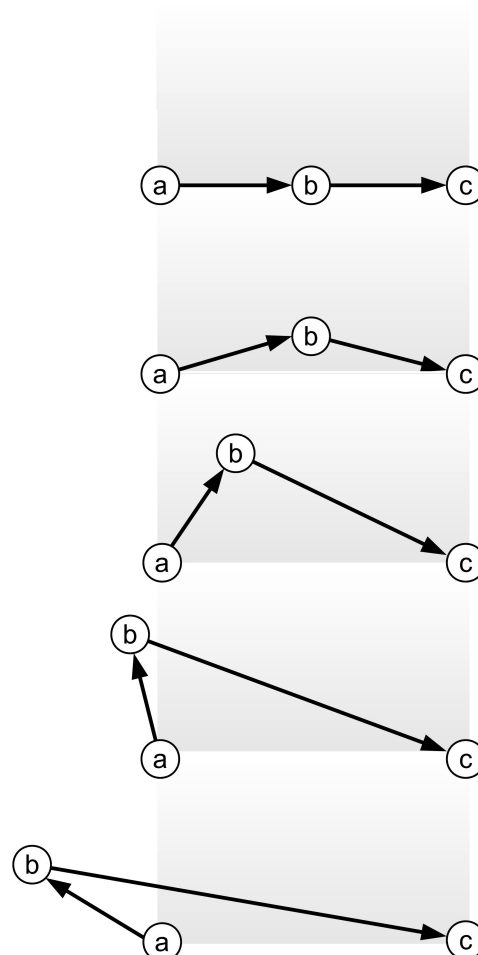
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le détour, la pause et l'optimalité

Essai sur la distance
et ses apports au
transport et à
l'urbanisme

Alain L'Hostis

Université Paris-Est, LVMT, Ifsttar



*La distance euclidienne et les distances-réseaux
ou les formes du détour (L'Hostis 2014)*

Thèse d'habilitation à diriger des recherches

Soutenue le 1^{er} décembre 2014

devant :

Pr. Nacima Baron-Yellès

Pr. Anne Bretagnol

Pr. Laurent Chapelon

Pr. Jean Laterrasse

Pr. Jacques Lévy

Pr. Philippe Mathis

Pr. Paola Pucci

Pr. Waldo Tobler

Université Paris-Est Marne-la-Vallée

Université de Paris 1

Université de Montpellier 3

Université Paris-Est Marne-la-Vallée

École Polytechnique Fédérale de Lausanne

Université de Tours

Polytechnique de Milan

Université de Californie à Santa Barbara

À mon père et à ma mère

Remerciements

Je voudrais débiter ces remerciements en rendant hommage à Jean Laterrasse qui a eu la gentillesse d'accepter de suivre mon travail. Je dois dire que ses points de vue, ses suggestions, ses encouragements m'ont réellement aidé pour donner forme à ce mémoire.

Durant cette investigation sur la distance j'ai sollicité directement l'aide et les commentaires de plusieurs auteurs que je voudrais ici remercier. Waldo Tobler a encouragé mon investigation sur les supposées violations de l'inégalité triangulaire en soutenant ma position consistant à établir leur absence dans les contextes géographiques. Tony Smith a soutenu ma démarche de proposer un opérateur de distance permettant de lever le problème de la sur-additivité. Philippe Mathis m'a indiqué entre autres perspectives l'idée que la pause ne se réduit pas à une recharge alimentaire ou mentale et peut aussi relever de l'expérience esthétique. Karen Bowie m'a aidé à situer le *transit oriented development* dans la pensée urbanistique.

J'ai aussi discuté de mon travail avec beaucoup de collègues, à l'occasion de mes déplacements pour des colloques et réunions de travail. Leurs observations m'ont permis d'avancer : Karst Geurs, Rachelle Alterman, Gebhard Wulfhorst, Philippe Mathis, Matthieu Goudeau, Nacima Baron, Marielle Cuvelier.

Je remercie les collègues du groupe d'échanges et de recherche de l'Ifsttar sur le thème des « Territoires locaux » qui, par leurs réactions à ma présentation en séminaire en décembre 2013 à Salon de Provence, ont contribué à l'inflexion de mon travail pour mieux articuler la dénonciation des erreurs d'interprétation des propriétés des distances avec la proposition d'un système de distances.

Je remercie aussi tous les collègues du laboratoire ville, mobilité, transport qui, au cours du séminaire de laboratoire de janvier 2014 consacré à mon travail, ou au détour d'un couloir du bâtiment Bienvenüe, m'ont aidé à avancer : en plus de plusieurs personnes déjà citées la liste s'étend avec les noms de Fausto Lo Feudo, Héroïse Libourel, Vaclav Stransky, Nicolas Coulombel, Vincent Benezech, Marianne Ollivier-Trigallo. Mes doctorantes et mes doctorants m'ont, au travers des discussions et des échanges, aidé à avancer dans la démarche scientifique ; je veux remercier Sandra Bozzani-Franc, Alexis Conesa, Thomas Leysens, Fausto Lo Feudo et Liu Liu.

Ce travail a aussi nécessité un recueil d'informations, et une production de documents. En cela j'ai été aidé par les archivistes de la mairie de Villeneuve d'Ascq et de la communauté urbaine de Lille, par Daniel Bourbotte, par ma maman et par mon fils. Sans les compétences et l'efficacité de Jessica Bouchez de la documentation multimédia scientifique et technique de l'Ifsttar, je n'aurais pas pu accéder à toutes les sources sur lesquelles je me suis appuyé : parmi l'ensemble des documents consultés, cela représente une dizaine d'ouvrages en prêt inter-bibliothèques et autant d'articles que, malgré la facilité offerte par les moyens de communication modernes, je n'avais su trouver et qui m'ont été précieux.

Je remercie mon ami Étienne Lock pour ses remarques très pertinentes sur mon texte.

Avant de trouver le déclic, de libérer le ressort de l'impulsion initiale, la rédaction du mémoire d'habilitation apparaît comme une épreuve difficilement surmontable. Pour démarrer ce mémoire, ce ne sont pas les invitations amicales, répétées et bienveillantes de mon cher directeur de thèse de doctorat, Philippe Mathis, qui furent ce déclencheur. Ces stimulations ont contribué au lent et patient travail de préparation du terrain, fait de labour, de fertilisation et de semailles qui a fait mûrir ma réflexion. C'est mon épouse qui a su trouver les mots qui m'ont donné la confiance, qui m'ont communiqué l'impulsion qui me faisait défaut. C'est à toi Pierre Christine que je dois d'être là où je suis maintenant.

Table des matières

Introduction.....	3
Transport, aménagement et urbanisme : la notion de distance en questions.....	9
Questions urbaines : la ville, le territoire et les transports objets premiers.....	9
Dialectique du transport et du territoire.....	25
Les liens entre politiques de transport et politiques d'aménagement et d'urbanisme.....	34
Distances urbaines.....	47
Définir la distance.....	47
Distance et pourquoi pas.....	64
La distance dans les sciences humaines et sociales.....	73
La distance en débat.....	85
Des distances pour l'urbanisme.....	108
Trois axes d'une recherche appliquée sur les distances.....	129
Les distances de l'espace ratatiné : une nouvelle géographie des transports rapides.....	129
Les distances entre les villes : de l'accessibilité au potentiel de contact pour relier fonctionnement métropolitain et réseaux de transport.....	146
Les distances dans la ville : un urbanisme des transports collectifs.....	172
Conclusion.....	189

Introduction

Mon parcours de chercheur a débuté, avec la thèse de doctorat soutenue en 1997 à l'université de Tours, sur le sujet du développement d'une nouvelle forme de représentation de l'espace-temps déformé par les modes de transport rapides. Il s'agit d'une réflexion théorique sur la nature de l'espace-temps, et aussi d'un travail de cartographie mettant en image un modèle spatial. Après un séjour en tant que chercheur post-doctorat à l'université du Kent à Canterbury, j'ai débuté en 1998 à Villeneuve d'Ascq, une carrière de chercheur – comme ingénieur de recherche, puis comme chargé de recherche – à l'Institut français de recherche sur les transports, l'Inrets qui deviendra l'Ifsttar en 2011. Dès lors mes travaux ont pris une coloration nettement appliquée. Les problématiques territoriales du transport posées à la fin des années 1990 touchent à la régionalisation et à la construction européenne. Mes principales contributions consistent alors en l'élaboration d'indicateurs de mesure de l'accessibilité appliquées au mode ferroviaire sur des espaces régionaux. En même temps je m'investis dans les projets de recherche européens : je participe activement à la mise en place de l'observatoire de l'aménagement européen¹, au travers de plusieurs projets internationaux de recherche. Après la cartographie de l'espace-temps, et l'évaluation de la performance des transports inter-urbains en lien avec le développement territorial, qui ont marqué mon activité de cette période, j'ai ensuite résolument orienté mes travaux vers l'articulation entre transport et urbanisme à différentes échelles. C'est ainsi que j'ai été amené à assurer la direction scientifique du projet Bahn.Ville sur un *urbanisme orienté vers le rail*, puis à co-organiser la première conférence scientifique mondiale sur le thème de l'urbanisme des transports en commun.

Sur le plan thématique, deux éléments structurent mon expérience de recherche : les problématiques de l'aménagement et du développement urbain, et le transport qui occupent une position centrale dans tous mes travaux. Dans le domaine du transport, le mode ferroviaire est au centre de mes investigations, à toutes les échelles où il apparaît pertinent : le rail dans et entre les villes, c'est-à-dire le rail comme colonne vertébrale du système de transport alternatif à la route dans les bassins de vie urbains, et le rail en substitution ou en complémentarité du mode aérien aux échelles nationales et continentales.

Le thème de la distance et de ses apports au transport et à l'urbanisme constitue un fil rouge dans l'ensemble des travaux de recherche auxquels j'ai contribué. Le thème de la distance est bien unique, mais comme on le verra les définitions et acceptions de celle-ci sont nombreuses : c'est pourquoi on utilisera le cas échéant et selon le contexte, le singulier de la distance ou bien le pluriel des distances. Ce thème a émergé comme une évidence lors de la rédaction de ce mémoire. Celui-ci est construit dans le double but d'établir une synthèse des travaux réalisés au cours de mon parcours de recherche, et d'élaborer une réflexion sur mes orientations futures. Œuvrer à une synthèse sur la notion de distance m'a paru constituer une investigation originale, revisitant sous un angle neuf les idées, les modèles et les conceptions des disciplines de l'espace. Conduite selon une démarche

¹ Il s'agit de l'Observatoire en Réseau de l'Aménagement du Territoire Européen, ORATE, traduction de l'ESPON pour *European Spatial Planning Observation Network* créé en 2002.

orientée vers l'action, cette étude vise à soutenir un regard critique sur les réalisations et sur les projets dans les domaines du transport et de l'urbanisme.

Agir sur la ville, c'est bien souvent agir sur les distances de la ville. Que sont ces distances ? Quelle est leur nature ? Quelles sont leurs propriétés ? Comment agir sur ces distances ? La distance constitue-t-elle un problème dans l'urbanisme actuel ? Autant de questions que je souhaite approfondir ici.

Il s'agit ici de discuter aussi bien de distances *dans* la ville que de distances *entre* les villes. Comment comprendre la ville actuelle si on la considère isolée d'un ensemble régional, national, isolée d'un réseau de villes ? On est encore dans la ville quand on en sort, on est encore dans les modes de vie, dans les rythmes, dans le fonctionnement urbain.

Poser la distance dans son rapport à l'urbanisme entraîne immédiatement une discussion sur la densité. Les distances sont établies par les urbanistes et les aménageurs, mais elles sont aussi construites par les habitants, par les individus qui pratiquent les villes. Les distances sont donc perçues, vécues, représentées par tous les acteurs de la ville, aussi bien par ceux qui la font que par ceux qui y vivent. Les distances peuvent être objectives, mesurables, mais elles peuvent aussi être subjectives, objet de perception par les individus. Les distances ne sont pas seulement un enjeu pour une approche conceptuelle, théorique et quantitative de la ville ; elles peuvent aussi éclairer les enjeux sociaux et humains du développement urbain. La réflexion sur la distance permet d'aborder les problématiques de la géographie, des transports, de l'urbanisme et de l'aménagement. La thématique est donc tout autant une réflexion théorique, qu'une réflexion pratique qui peut avoir des implications directes pour l'action sur les villes et les territoires.

Le présent travail superpose deux problématiques largement imbriquées l'une dans l'autre : un questionnement théorique sur les distances et la ville, et un questionnement orienté vers l'action portant sur les transports et l'aménagement et l'urbanisme. L'objectif de ce travail est, à partir d'enjeux sociétaux (première partie) de définir un domaine de recherche sur la distance (seconde partie) à partir duquel je propose une stratégie de recherche autour de trois thématiques au sein desquelles je m'attache à faire ressortir les finalités et les applications (troisième partie).

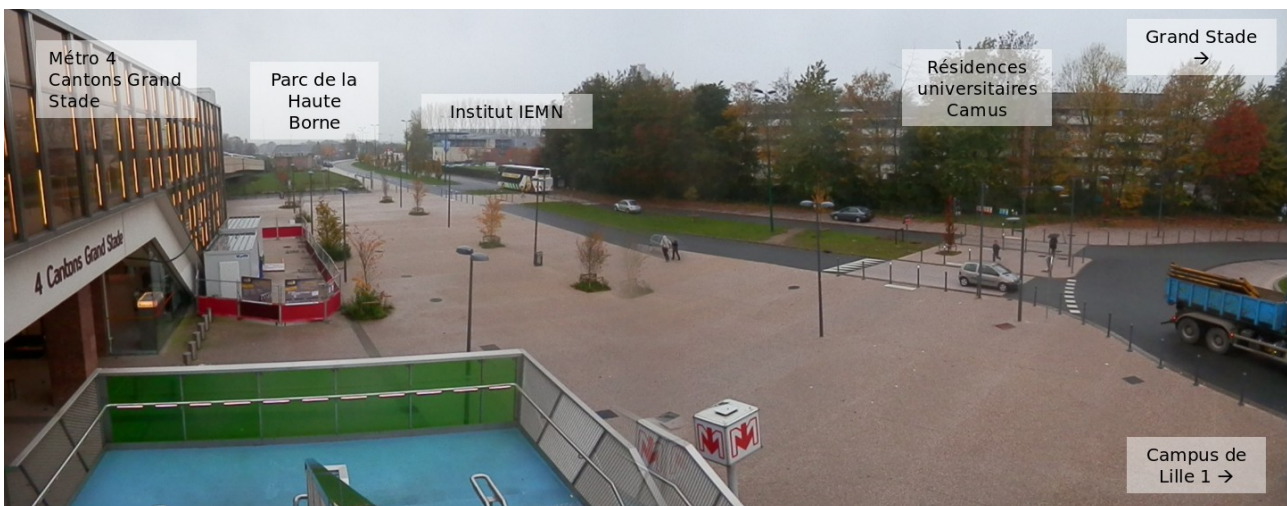


Illustration 1. Le site de 4 Cantons à Villeneuve d'Ascq (photo L'Hostis 2013)

Pour illustrer le rôle des distances dans la ville – la ville en tant qu'objet d'étude – et dans l'urbanisme – la ville sur laquelle agir – j'utilise une représentation photographique du site de 4 Cantons à Villeneuve d'Ascq. Nous allons examiner les distances et la ville comprise au travers de ses fonctions urbaines. Il s'agit du campus de la Cité Scientifique créé à partir de 1964 vu de la station du métro « 4 Cantons » ouverte en 1983 comme terminus de la première ligne reliant le centre de Lille et la ville nouvelle de Villeneuve d'Ascq. Le développement du campus est au départ une délocalisation depuis le quartier lillois du Centre, d'une fonction qui grandit et qui a besoin de nouveaux équipements :

il s'agit de la fonction universitaire et des éléments d'établissement de distances que sont les éléments de voirie et le système de métro.



Illustration 2. Un espace public autour de la station « 4 Cantons Grand Stade » favorisant les distances piétonnes (photo L'Hostis 2013)

À la fin des années 1990 est décidée l'implantation du Parc technologique de la Haute Borne qui ajoute des fonctions d'emploi et aussi de résidence. Le choix de ce site est en grande partie dû à sa faible distance au campus censée stimuler le développement économique dans le domaine des hautes technologies. Puis en 2012, la station est rebaptisée « 4 Cantons Grand Stade » pour desservir un nouvel équipement majeur de la métropole lilloise. C'est l'occasion d'un profond remaniement des espaces publics pour créer un ample itinéraire piéton vers le stade.

Le partage de l'espace public qui est opéré à cette occasion favorise les distances piétonnes de la station de métro vers le stade, le campus et le parc technologique, comme le montre l'illustration ci-dessus.

Or cet aménagement s'accompagne de transformations du site pour assurer la sécurité des mouvements de foules lors des événements au stade Pierre Mauroy. Ainsi est érigée une clôture fixe d'un mètre cinquante de hauteur, munie d'ouvertures à fermeture temporaire, le long de cet itinéraire piéton débutant à la station de métro. Ce dispositif de gestion de foule produit un cloisonnement de l'espace contraire à l'idée d'un campus en tant qu'espace intégrateur d'un ensemble universitaire. Mais surtout, cet aménagement à visée de sécurité allonge tout un ensemble de distances piétonnes à l'intérieur du campus entre les bâtiments d'enseignement, les résidences, et les restaurants.



Illustration 3. Permanence d'une ligne de désir (photo L'Hostis 2013)



Illustration 4. Un dispositif de gestion de foules créateur de distances piétonnes (photo L'Hostis 2013)

Par ailleurs, l'aménageur crée, incite, favorise ou freine les distances ; mais l'usager, le piéton, façonne aussi l'espace qu'il pratique. Les résidences universitaires Camus, visibles au travers du rideau d'arbre le long de l'avenue Poincaré sont de grandes pourvoyeuses d'usagers du métro. La clôture ménage un accès piéton latéral sur l'avenue qui existait avant les aménagements de 2012. Au droit de cet accès les usagers font perdurer une *ligne de désir* visible dans le sol dénudé du terre-plein central enherbé de l'avenue Poincaré.

Les distances piétonnes spontanées dessinées par les lignes de désir expriment la force de la ligne droite et de la recherche de l'optimum dans le processus de formation des distances. L'aménagement de 2012 a négligé cet itinéraire pourtant présent auparavant, en misant sur un usage du plateau piéton proche du rond-point. Les deux itinéraires entre la station de métro et les résidences Camus, l'aménagé et le pratiqué, sont figurés sur l'illustration 5. Le premier s'approchant de la ligne droite, vise le minimum de l'effort physique, tandis que le second promet, au prix d'un détour, un franchissement de l'axe routier plus sécurisant pour le piéton.

Cette analyse du site de 4 Cantons à Villeneuve d'Ascq montre que l'idée de l'analyse des distances et de la distribution des fonctions urbaines fournit un ensemble de pistes pour la réflexion et l'action sur la ville. On voit que les choix d'aménagement, et l'ensemble des processus d'appropriation des espaces anthropisés, sont porteurs distances qui traduisent tout un ensemble de réflexions, de pratiques, voire de conflits plus ou moins assumés.



Illustration 5. Distances spontanées, la force de la recherche de l'optimum (photo L'Hostis 2013)

On notera au travers de l'analyse de ce site l'idée que l'aménagement est un processus incrémental, qui touche des espaces où se rencontrent et où parfois se heurtent des fonctions, des visions, et des pratiques ; les distances produites par ces aménagements héritent de cette complexité.

Pour la suite du présent travail nous retenons de cette analyse que les distances, qu'elles soient produites par les aménagements ou aménagées par les usagers eux-mêmes, sont le produit d'une recherche d'optimum dans lequel la ligne droite constitue une référence forte. Nous allons progresser au fil du document sur la définition de la distance et de ses propriétés. Celles-ci sont synthétisées dans des encarts comme celui-ci, et placées dans les sections de transition et dans les conclusions partielles.

Nous traitons de l'urbanisme et l'aménagement en tant qu'action sur la ville et les territoires. Comme les transports jouent un rôle à toutes les échelles de l'espace d'occupation humaine du géoïde terrestre, c'est-à-dire ce que les géographes appellent l'*écoumène*, nous

La distance est créée par les moyens de transport, mais aussi par l'organisation des espaces urbains. Elle est à la fois construite, représente, vécue, perçue, transformée par les acteurs de la ville, tant concepteurs qu'utilisateurs. La distance est une recherche d'optimum, qui se réfère fortement à la ligne droite.

Encart 1

construirons notre raisonnement en nous appuyant sur des illustrations, des exemples et des cas empruntés à toutes ces échelles géographiques.

Transport, aménagement et urbanisme : la notion de distance en questions

Ce travail porte sur les distances et l'urbanisme. Il nous faut dans un premier temps planter le décor, en précisant le contexte et les principaux objets de notre travail de recherche.

Nous voulons dans cette première partie définir et discuter la relation entre les transports et l'urbanisme et l'aménagement. Nous débutons par une discussion sur les objets premiers de ce travail que sont la ville, le territoire et les transports. Ensuite nous aborderons les dimensions plus politiques de la question de la relation entre les transports et les villes et les territoires.

Questions urbaines : la ville, le territoire et les transports objets premiers

De la ville

Définir la ville n'est pas chose aisée. Du côté du savoir académique, plusieurs disciplines instituées proposent leur propre définition. Toutes sont complémentaires, abordant la ville sous un angle singulier, insistant sur une dimension particulière, qu'elle soit morphologique, sociale, économique ou historique. La ville étant d'abord un rassemblement humain, nous choisissons de partir de définitions issues du domaine de la sociologie.

Pour les anthropologues s'inscrivant dans la lignée de l'écologie urbaine², la ville se caractérise par trois traits qui sont l'hétérogénéité des populations c'est-à-dire l'étrangeté proche, la densité des relations, ce qui implique la multiplicité des allégeances et des appartenances, et la superficialité des échanges qui prend la forme soit de la banalisation, soit de l'individuation et de l'excentricité ostentatoire. Pour Simmel la ville amène des individus socialement ou culturellement différents, à vivre à proximité les uns des autres³.

2 Isaac Joseph, « Prises, réserves, épreuves », *Communications* 65, n° 1 (1997): 132, doi:10.3406/comm.1997.1994.

3 Georg Simmel, « The metropolis and mental life », *The urban sociology reader*, 1903, 23-31.

La ville peut être définie comme le lieu de la coprésence, comme le lieu du contact des êtres humains⁴. L'argument de la coprésence est essentiel pour définir ce qui relève de la ville, de l'urbain. La coprésence est définie par les sociologues comme le mode fondamental de l'interaction humaine⁵. La coprésence implique la rencontre des corps et l'engagement des sens, avec en particulier le regard, l'échange de regards, qui crée une relation intime permettant la création et le renouvellement de la confiance. Simmel a argumenté sur cette importance du regard qui, dans le champ sensoriel, opère la plus complète réciprocité dans la relation⁶. Or pour Urry, le monde moderne n'implique aucune dilution du degré selon lequel le face à face, ou interaction de coprésence, est à la fois préférée et nécessaire pour l'accomplissement d'un large éventail de tâches⁷.

Si la ville est le lieu de la coprésence, elle possède aussi une forme construite que l'on peut décrire et caractériser avec d'autres instruments d'observation que ceux du sociologue. L'approche de la géographie urbaine met en avant la densité et la diversité pour définir ce qui relève de l'urbain⁸. Autour des deux caractéristiques de la coprésence et de la densité, il existe un débat ancien pour savoir si la vie urbaine produit une aliénation de l'individu ou non⁹. Marquée par la densité et la diversité, la ville est aussi un espace de flux et Cerdà, l'inventeur du terme *urbanisme*, identifie « les caractères distinctifs de la nouvelle civilisation [qui] sont le mouvement et la communication »¹⁰.

La ville est aussi un objet d'analyse pour les économistes. La naissance des villes a besoin de surplus de production agricole¹¹, mais rencontre la *tyrannie de la distance* pour faire parvenir ces surplus dans les villes, selon une lecture économique de l'aire d'influence¹². La ville industrielle invente le marché foncier pour résoudre la question de l'allocation de l'espace aux nouvelles fonctions et aux nouveaux besoins¹³. Et la ville actuelle est comprise par les économistes comme un moteur de développement dont le dynamisme s'explique par la proximité qu'elle permet et par les bénéfices tirés de l'agglomération.

Enfin, dans l'exercice de définition, il faut affirmer que les limites de la ville ne sont pas faciles à déterminer. Le consensus actuel admet que les définitions strictement morphologiques, basées sur la continuité du bâti, doivent être remplacées par des approches fonctionnelles, par exemple reposant sur l'observation des volumes de flux entre domiciles et lieux de travail. Les ensembles urbains fonctionnels sont en général identifiés au travers des statistiques de la mobilité domicile-travail qui vient dessiner des ensembles cohérents, des bassins de vie¹⁴. C'est le cas des *aires urbaines* définies par l'institut national de la statistique et des études économiques¹⁵. Cependant la difficulté à définir les limites de la ville n'est pas levée pour autant. Comme ces approches reposent sur des seuils statistiques ceux-ci peuvent être discutés, car ils induisent une dose d'arbitraire : dans le cas fréquent

4 Kevin Lynch, *Good city form* (The MIT Press, 1981), 188, http://books.google.fr/books?hl=en&lr=&id=flJdgBoKQHQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=lynch+good+city+form&ots=WEgpiEX_WR&sig=rCeek8O7r7cxMc8YvtVM0-_DOik.

5 Deirdre Boden et Harvey Molotch, « The Compulsion of proximity », in *Nowhere: Space, Time and Modernity*, par Deirdre Boden et R. Friedland (Berkeley: University of California Press, 1994), 257-286.

6 Georg Simmel, *Simmel on Culture: Selected Writings* (SAGE, 1997), 112.

7 John Urry, « Mobility and proximity », *Sociology* 36, n° 2 (2002): 5.

8 Lynch, *Good city form*, 191.

9 Claude S. Fischer, « The Public and Private Worlds of City Life », *American Sociological Review* 46, n° 3 (juin 1981): 306, doi:10.2307/2095062.

10 Françoise Choay, « La mort de la ville et le règne de l'urbain », in *La Ville: art et architecture en Europe, 1873-1993*, 1994, 29.

11 Paul Bairoch, « De Jéricho à Mexico: villes et économie dans l'histoire », 1985, 707.

12 Gilles Duranton, « Distance, land, and proximity: economic analysis and the evolution of cities », *Environment and Planning a* 31 (1999): 5.

13 Ibid., 16.

14 IGEAT, LATTs, et IGSO, « ESPON project 1.4.3 Study on Urban Functions », 2007, http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_ESPON2006Projects/Menu_StudiesScientificSupportProjects/urbanfunctions.html.

15 Thomas Le Jeannic, « Une nouvelle approche territoriale de la ville », *Économie et Statistique* 294, n° 1 (1996): 25-45, doi:10.3406/estat.1996.6080.

où deux agglomérations sont proches l'une de l'autre, où s'arrête une ville et où commence la ville voisine ? Ou bien ces deux villes n'en forment-elles qu'une seule ? La notion émergente de ville-région ou de région métropolitaine a été développée en Europe par les Allemands dans les années 1990¹⁶. Cette idée identifie des fonctions métropolitaines et ne se limite pas à la seule taille de l'entité urbaine : elle inclut un critère de périmètre géographique de 50 km. Cela permet de regrouper dans une entité unique les villes de la Ruhr et cela entraîne par exemple en Hollande que la Randstad est considérée dans son ensemble et pas en isolant Amsterdam, La Haye ou Rotterdam. Hall a introduit le terme de méga ville-région¹⁷ pour décrire des entités encore plus grandes. Dans le même esprit, le bureau des statistiques canadiens a introduit en 2001 la notion de Zone d'Influence Métropolitaine (ZIM) pour rendre compte des liens plus faibles qui participent au fonctionnement et à la vie métropolitaine. En abaissant les seuils de navetteurs, les ZIM dessinent des aires d'influence qui débordent de la vision classique de l'agglomération métropolitaine, et qui génère des chevauchements, des intrications que l'on peut appeler des *champs métropolitains*¹⁸. Il s'agit ici d'assumer l'existence de frontières floues¹⁹, de chevauchement des villes les unes sur les autres dans des jeux d'influence mutuelles.

Intéressons-nous maintenant à la définition du territoire. Celui-ci désigne une portion de la surface de la terre appropriée par un groupe humain. Par territoire on entend donc un ensemble spatial administré qui contient des espaces urbains et non-urbains : tout territoire comporte des villes et des systèmes de transport. En France on considère que plus des trois quarts de la population vit dans des espaces urbains²⁰. Les définitions fonctionnelles de la ville et la définition de celle-ci par les sociologues comme un espace de coprésence, montrent bien l'idée que la ville est définie par l'identification d'un mode de vie urbain. Par territoire nous entendons donc ici surtout le territoire urbain, dans ses acceptions extensives, mais nous faisons aussi référence à l'étendue spatiale dans lesquelles les villes s'inscrivent, qui accueille les infrastructures de transport qui relient les villes les unes aux autres.

Rien n'est simple dans cet exercice de définition de ce que c'est qu'une ville. Et nous sommes loin, ici, d'avoir rendu compte de la totalité de la complexité de la tâche. Nous avons simplement montré quelques aspects essentiels, quelques caractéristiques clés de la ville et des territoires urbains. Nous pouvons maintenant proposer de définir l'action de construction ou de reconstruction de la ville, c'est-à-dire l'urbanisme.

De l'urbanisme

Pour discuter de l'urbanisme nous commençons par une approche historique. En effet comme l'action sur les villes accompagne le développement de celles-ci, elle ne peut être comprise si elle n'est pas mise en perspective dans la durée historique. Pour ne pas déborder de l'objet et des objectifs de notre travail, nous allons nous limiter à la période récente.

On identifie trois grandes périodes dans l'histoire récente de l'urbanisme. Cette analyse débute avec les grands modèles du 19^e siècle, dont Haussmann est l'archétype, qui procèdent par une intégration des fonctions urbaines. Cette intégration est poussée dans les trois dimensions avec l'introduction de l'immeuble de rapport parisien qui organise la vie sociale dans la verticalité, autour de l'innovation par rapport aux bâtiments des siècles précédents que constitue l'entrée indépendante. Mixité des

16 Hans Heinrich Blotevogel, « Deutsche Metropolregionen in der Vernetzung », *Informationen zur Raumentwicklung* 6, n° 7 (2002): 345-51.

17 Peter Hall et Kathryn Pain, *The Polycentric Metropolis: Learning from Mega-city Regions in Europe*, illustrated edition (Earthscan Publications Ltd., 2006).

18 Paul Y Villeneuve, Martin Lee-Gosselin, et Rémy Barbonne, « Le champ métropolitain: une forme en émergence? », in *Les Villes ont-elles achevé leur transition?*, Actes INRETS 99 (Arcueil: INRETS, 2005), 41-62.

19 Christiane Rolland-May, « Limites, discontinuités, continu: le paradoxe du flou », *L'information géographique* 67, n° 1 (2003): 1-20.

20 François Clanché et Odile Rascol, « Le découpage en unités urbaines de 2010, L'espace urbain augmente de 19% en une décennie », *Insee Première*, n° 1364 (2011): 4.

fonctions et soin porté aux dimensions circulatoires sont des caractères que l'on retrouve aussi dans les modèles de Cerdà pour Barcelone ou Soria y Mata pour la *ville linéaire*. L'extension urbaine proposée pour Barcelone repose sur la définition d'une grille homogène d'îlots à pans coupés et de voiries larges ; la combinaison de ces éléments permet l'épanouissement des fonctions urbaines avec notamment la résidence au cœur des îlots et le commerce dans les angles là où l'interaction avec les flux est maximale. Le concept de la ville linéaire pousse plus loin l'interaction entre circulation et forme urbaine en organisant la seconde en fonction de la première.

La seconde période est celle du fonctionnalisme qui triomphe durant l'après seconde guerre mondiale en France, même si les premières réalisations sont largement antérieures. Aux États-Unis, c'est la pratique du zoning qui consiste à identifier des grandes fonctions, leur attribuer des espaces clairement identifiés et organiser, hiérarchiser les réseaux de voirie qui relieront les fonctions les unes aux autres. Les tissus urbains produits sont majoritairement monofonctionnels ce qui entraîne des problèmes de gestion de l'espace, et la montée de la congestion a montré que la solution n'était pas parfaite du point de vue des circulations.

Aujourd'hui on peut considérer que l'on est sorti de cette période, en grande partie en en rejetant les excès. Le zoning est dénoncé, mais les urbanistes ne proposent pas un retour strict aux modèles antérieurs. Les démarches procèdent plutôt d'une recherche d'adaptation, d'une synthèse des expériences passées que l'on voudrait rendre compatibles avec les exigences actuelles.

Après cette rapide mise en perspective historique, nous poursuivons en présentant les définitions de l'urbanisme et de l'aménagement. Historiquement l'urbanisme est un néologisme proposé par le catalan Cerdà dans sa *theoria general de l'urbanisaci3n* en 1867, puis introduit en France dans les années 1910²¹. Le plan d'extension de Barcelone précédant de 4 années la théorie de Cerdà, celle-ci constitue une justification a posteriori de celui-là²². La genèse de l'urbanisme en tant que discipline montre bien le caractère indissociable des théories et des réalisations. L'urbanisme est d'abord une marche ininterrompue dans la correction des problèmes. Il s'agit de répondre aux besoins des habitants et d'accompagner le développement économique. Durant les périodes d'extension urbaine, des morceaux entiers de ville sortent de terre ; mais l'urbanisme c'est aussi et peut être surtout quand ces périodes n'ont plus cours, une action de correction des dysfonctionnements de la ville établie. L'aménagement et l'urbanisme peuvent être définis simplement comme l'art, au sens de l'artisan plutôt que de l'artiste²³, de l'action sur les territoires et sur la ville. De manière plus classique, l'aménagement et l'urbanisme sont l'action de disposer dans l'espace les hommes, les activités et les infrastructures²⁴.

Toutes les sciences sociales contribuent à l'action de l'urbanisme, et, parmi celles-ci, la sociologie urbaine est souvent une étude critique de l'urbanisation telle qu'elle est réalisée²⁵.

L'urbanisme est traversé par deux tendances profondes et antagonistes qui sont celles de la séparation et du rassemblement²⁶. La séparation renvoie à la décomposition en parties fines et contrôlables, attribuant des fonctions à chaque espace, autonomisant les fonctions. L'archétype de cette approche est le « zoning » américain dont les défauts ont été souvent soulignés²⁷. On peut ici établir un parallèle avec l'analyse plus générale d'Illich qui voit la « société dominée par l'industrie »

21 Choay, « La mort de la ville et le règne de l'urbain », 27.

22 Ibid., 29.

23 Denis Martouzet, « Recherche du fondement de l'éthique de l'aménagement », 1993.

24 Pierre Merlin et Françoise Choay, *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement* (Paris: PUF, 1988).

25 Eric Lebreton, « La sociologie urbaine des Trente glorieuses contre l'urbanisme. Premiers éléments d'un chantier en cours », *ESO Travaux et Documents*, n° 28 (2009): 7-18.

26 Gabriel Dupuy, *L'Urbanisme des réseaux* (Paris: Armand Colin, 1991); Rémy Allain, « Ville et proximité. Le point de vue d'un géographe-urbaniste », *Mots. Les langages du politique*, n° 77 (2005): 129-36; Anne Grillet-Aubert, « La Recherche sur les transports: questions posées à l'architecture », in *La Métropole des infrastructures*, éd. par Claude Prelorenzo et Dominique Rouillard, Picard, 2011, 113-128.

27 Jane Jacobs, *The Death and life of great American cities* (New York: Random House, 1961); Dupuy, *L'Urbanisme des réseaux*.

produire des spécialistes²⁸ et donc donnant naissance à des espaces de spécialisation. La tendance à la séparation est la cause du morcellement de la ville, mais aussi de la fragmentation des savoirs et des compétences des acteurs de sa construction²⁹. À l'opposé, le mouvement de l'architecture urbaine dans les années 1970 a voulu « fonder le rapport entre l'édifice et la ville sur le tracé des voies, le découpage parcellaire et les règles de l'ordonnancement »³⁰. L'idée de projet urbain constitue l'outil de représentation privilégié de cette approche.

Au-delà de ces définitions générales de l'urbanisme, il existe une définition plus ciblée qui va accompagner notre démarche dans le présent mémoire. La définition de l'urbanisme proposée par Offner stipule que *faire la ville c'est établir des distances entre des fonctions*³¹. Le fait de disposer dans l'espace urbain des fonctions telles que l'habitat, l'emploi, le commerce ou les loisirs, implique immédiatement de penser les distances séparant ces différentes fonctions. La définition d'Offner attribue une place éminente à l'intervention sur les transports, mais surtout, elle introduit une relation dynamique entre la ville fixe et la ville mobile. Enfin les distances ne sont pas seulement celles que l'on abolit par les moyens de transport, ce sont aussi les distances entre deux fonctions identiques, c'est-à-dire une référence directe à la densité. La définition de l'urbanisme d'Offner, *établir des distances entre des fonctions*, englobe donc les fonctions urbaines, les transports et la densité, soit trois leviers essentiels de la construction de la ville. Si l'on suit la définition d'Offner, il existe deux manières d'établir des distances : soit en distribuant les fonctions urbaines ce qui veut dire disposer des fonctions dans l'espace urbain, construire, renouveler l'urbain, rééquilibrer le territoire, soit en réduisant les distances entre ces fonctions ce qui signifie agir sur les transports. À ces deux modes



Illustration 6. « Établir des distances entre des fonctions », illustration par la « réparation » d'une forme urbaine conventionnelle monofonctionnelle par l'ajout de nouvelles circulations et de nouvelles fonctions (Tachieva 2010, 87)

28 *Tools for conviviality* (Harper & Row New York, 1973), <http://eekim.com/ba/bookclub/illich/tools.pdf>.

29 Grillet-Aubert, « La Recherche sur les transports: questions posées à l'architecture ».

30 Ibid., 113.

31 « L'urbaniste ? Un ajusteur de distances », *Urbanisme* 5, n° 372 (2010): 56-57.

d'agir s'en ajoute un troisième, une voie intermédiaire qui consiste à disposer les fonctions urbaines de manière conjointe à l'intervention sur les réseaux de transport.

Pour illustrer ces propos nous utilisons le travail de l'urbaniste Tachieva sur la *réparation de la forme urbaine étalée*³². Sur la figure on trouve à gauche un tissu pavillonnaire conventionnel, monofonctionnel résidentiel, de densité homogène et faible, et articulé autour d'une voirie hiérarchisée dont le niveau inférieur est fait de cul-de-sacs pensés pour éliminer les circulations automobiles de transit et apporter la tranquillité à cet espace résidentiel. La version réparée à droite est modifiée par l'introduction de nouvelles circulations dans le quartier résidentiel, par la suppression de niveaux hiérarchiques de la voirie en réduisant le gabarit de l'artère située au sud, et en introduisant de nouvelles fonctions par renouvellement urbain et par extension sur les espaces vacants. La zone résidentielle comporte plusieurs niveaux de densité, et sont introduits des fonctions civiques sous forme de bâtiments et d'espaces publics.

La réparation proposée par Tachieva opère à trois niveaux sur les distances de l'urbanisme. D'abord le renforcement de la densité brute réduit la distance entre habitations voisines. Ensuite l'introduction de nouvelles fonctions urbaines dans un quartier résidentiel va réduire les distances entre les résidences et les services et les commerces. Enfin l'aménagement de nouvelles voies rendant le quartier plus poreux, par suppression des culs-de-sac vient encore réduire toutes les distances entre les habitations et les autres fonctions urbaines.

Nous allons dessiner quelques distances avant et après la réparation du quartier monofonctionnel. Elles figurent sur la représentation qui suit.

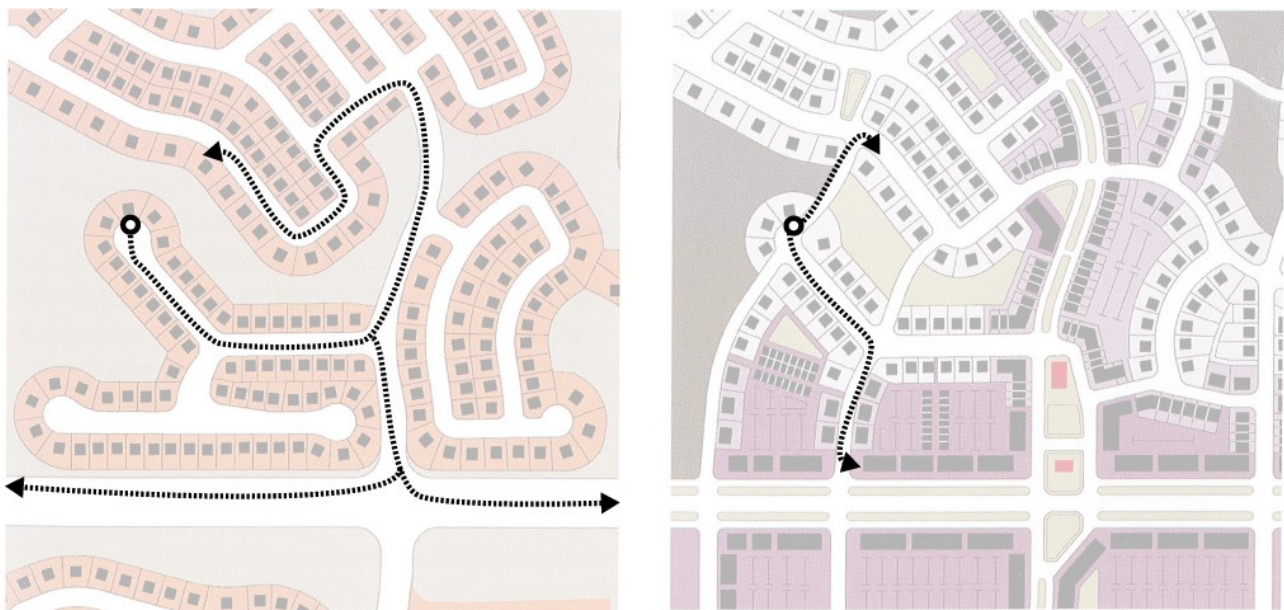


Illustration 7. Les distances entre fonctions dans les formes urbaines conventionnelles et « réparées » de Tachieva

Ainsi, sur la figure de gauche, deux habitations voisines, mais situées en fond de cul de sac étaient proches à vol d'oiseau, mais séparées par un long trajet le long de la voirie. La réparation a introduit une distance beaucoup plus courte entre les deux maisons, comme on le constate sur la figure de droite. Cette distance devient beaucoup plus compatible avec des modes alternatifs à la voiture, comme la marche à pied ou le vélo. Dans l'état initial, tous les accès aux autres fonctions urbaines que l'habitat, supposent de sortir du quartier en remontant un à un les niveaux hiérarchiques du système routier jusqu'à atteindre la grande artère qui donnera accès au reste de la ville. Dans l'état *réparé*, certaines fonctions sont devenues beaucoup plus proches. Et une partie de la mobilité automobile est susceptible de basculer vers des modes de transport alternatifs ce qui n'était pas possible précédemment.

32 Galina Tachieva, *Sprawl repair manual* (Island Press, 2010).

Dans le présent travail nous mettons principalement l'accent sur la ville et les transports, mais la définition de l'urbanisme en tant qu'action établissant des distances entre des fonctions nous permet d'élargir aussi la discussion vers les enjeux de la densité qui représentent, nous le verrons une des clés du développement urbain actuel.

Après avoir examiné quelques définitions de la ville et de l'urbanisme nous nous intéressons à la place des transports dans la ville.

Des transports

Le couple formé par le territoire, qu'il soit urbain ou non, et les transports est une réalité dans le domaine des idées et dans celui de l'action. Pour aborder cette vaste question de la ville et des transports nous commençons par discuter de la relation entre la ville et l'idée ou le principe du transport. Nous examinerons ensuite les implications urbaines des différents modes de transport.

La première idée que nous traitons est celle de l'étroite relation entre la ville et les transports. Le rôle crucial des réseaux dans la ville contemporaine est souligné par Gottmann qui analyse les dynamiques métropolitaines : les flux téléphoniques et les liaisons aériennes sont pour lui des facteurs clés pour comprendre le fonctionnement des plus grandes agglomérations³³.

Dans le domaine des représentations saisir le couple territoire-transport peut passer par l'évocation de la figure du rhizome dont tout point « peut être relié à n'importe quel autre »³⁴, hybride de réseau et d'espace, prise dans les sciences sociales³⁵. Donc l'idée du transport, du lien est bien essentielle dans la ville.

On retrouve cette idée aussi dans la discussion du rapport entre le fixe et le mobile dans la ville. Pour Kellerman la mobilité est alimentée par des besoins humains essentiels, mais aussi contrebalancée par un besoin de fixité³⁶. C'est pourquoi la mobilité n'abolit pas l'espace, le dynamique ne fait pas disparaître le stationnaire. Les interrelations entre fixité et mobilité sont complexes : comme l'exprime le géographe Tuan « si l'on pense à l'espace comme permettant le mouvement, alors le lieu est une pause ; chaque pause dans le mouvement rend possible la transformation d'un emplacement en un lieu »³⁷. Les vies humaines sont prises dans un « mouvement dialectique entre fixité et aventure, attachement et liberté »³⁸. Bien que les notions traditionnelles de domicile et de lieu de travail aient tendance à devenir de plus en plus floues en grande partie à cause du développement des technologies de l'information³⁹, ces deux lieux restent des références pour comprendre la mobilité.

Transport et ville composent un couple fondamental. C'est pourquoi, l'espace urbain des villes doit comporter une part dédiée aux circulations. Nous allons maintenant aborder la relation entre la ville et les différents modes de transport.

Les sociologues comprennent la ville comme un espace où les individus se déplacent, et la figure du piéton est pour eux essentielle. Selon Kellerman, le fait que la condition du piéton, directement exposé à ses homologues piétons, favorise ou décourage le contact social sous toutes ses formes est une question non tranchée⁴⁰. Pour beaucoup d'urbanistes et de sociologues la présence des piétons dans la ville donne vie aux espaces urbains, et constitue la marque du caractère vivable de la

33 Jean Gottmann, *Urban centrality and the interweaving of quaternary activities*, 1970, 325.

34 Gilles Deleuze et Félix Guattari, *Mille plateaux* (Paris : Éditions de minuit, 1980), http://www.meetopia.net/ccc/10-11-eletronic_remediation/pdf/rhizome.pdf.

35 Jacques Lévy, « A Cartographic Turn? Bridging the Gap between Sciences and Technologies of the Inhabited Space », <http://www.espacestemps.net/>, 2012, <http://www.espacestemps.net/document9316.html>.

36 *Daily Spatial Mobilities: Physical and Virtual* (Ashgate Publishing Limited, 2012), 11.

37 *Space and place: The perspective of experience* (Minneapolis: U of Minnesota Press, 1977), 11.

38 Ibid., 54.

39 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 11.

40 Ibid., 97.

ville, de la possibilité d'une sociabilité⁴¹. En apparence opposition à cette idée, mais sans être incompatible, la thèse de Simmel est celle des étrangers dans la ville⁴². La ville est, par opposition au village, l'endroit où l'anonymat étant la règle et non l'exception, les citoyens sont des étrangers les uns envers les autres. C'est la figure du passant qui devient le marqueur de la ville pour Simmel. Dans ces deux cas, la marche reste au cœur de l'expérience urbaine.

Or le fait de créer un réseau urbain de circulation découle de choix et de décisions dans le long terme comme le montre l'introduction graduelle d'un espace public consacré à la marche à pied en Europe à partir du 17^e siècle⁴³.

Pour comprendre les morphologies urbaines Allain retient une approche historique associant le développement du tissu urbain et un mode privilégié : la ville pédestre est suivie de la ville du tramway, puis de celle en doigts de gant le long des axes ferroviaire, pour enfin s'étendre dans toutes les directions avec l'automobile⁴⁴.

À l'extrême, les formes urbaines les plus consommatrices d'espace sont liées à l'automobile : on considère qu'à Los Angeles plus de la moitié de l'espace est consacré aux voitures et à leur circulation⁴⁵, ce qui constitue la première fonction urbaine pour l'usage du sol. Si l'on pense au couple formé par le zoning et l'automobilité, il est manifeste que les choix en matière d'urbanisme impliquent de favoriser certains modes de transport⁴⁶.

Les transports jouent un rôle essentiel dans le fait urbain. L'analyse de la littérature ne fournit aucun argument contre cette idée. Cependant certains auteurs développent des approches dans lesquelles l'analyse des transports semble comme détachée de celle de la ville. Ainsi la thèse de Koning⁴⁷ s'intéressant aux coûts et avantages du tramway des maréchaux à Paris pose la question dans un cadre restreint au système de déplacements, sans y intégrer de dimension urbaine non directement liée au transport. Le résultat de cette analyse est accablant pour l'évaluation de la ligne de tramway : la congestion routière qu'elle produit par le report du trafic de véhicules individuels de l'axe des boulevards des maréchaux vers le boulevard périphérique engendre des coûts de congestion très importants (de l'ordre de 40 millions d'euros) qui font passer le solde annuel de positif (+ 8,5 M €) à nettement négatif (-30 M €). Selon cette analyse en termes économiques et circonscrite au domaine du transport, ce projet est uniquement générateur de nouveaux coûts annuels et il n'y a pas d'espoir de restituer les importantes sommes consenties pour l'introduction de ce nouveau système de transport, de l'ordre de 450 M €. S'il n'existe pas de « pertinence socio-économique »⁴⁸ en termes de transport pour le tramway, comment expliquer son développement et l'adhésion du public et des électeurs locaux à ce mode de transport ? Cette analyse réductrice ne prend pas en compte le fait que le tramway des maréchaux s'inscrit dans une politique globale de reconquête des espaces publics parisiens⁴⁹, établie à partir du constat que dans Paris les 6 % de l'espace public dévolu aux

41 Jacobs, *The Death and life of great American cities*; Michel de Certeau, « Practices of space », *On Signs*, 1985, 122-45.

42 Georg Simmel, « The Sociological Significance of the "Stranger" », in *Introduction to the Science of Sociology*, par Robert Ezra Park et Ernest Watson Burgess, s 735 (University of Chicago Press Chicago, 1921), 1011, <http://cs521410.vk.me/u200218180/doc/b812bab09ecb/siso.pdf>.

43 John Urry, *Mobilities* (Polity, 2007), 91, <http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=uVwNYJIBxvgC&oi=fnd&pg=PR5&dq=urry+2007&ots=ExgePqXlac&sig=yfzhufwN2aAm8oagi0Ky7dtuFQU>.

44 Rémy Allain, *Morphologie urbaine*, Armand Collin, 2004, http://www.armand-collin.com/livre_print.php?idp=269481.

45 John Urry, « Automobility, car culture and weightless travel: a discussion paper », *Lancaster: Department of Sociology, Lancaster University*, 1999.

46 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 33.

47 « Essais sur la congestion dans les transports à Paris » (Économie, Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2011), <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00717656>.

48 Ibid., 224.

49 Antoine Fleury, « Espaces publics et environnement dans les politiques urbaines à Paris et à Berlin », *Annales de géographie*, n° 11 (2009): 66-86.

piétons, aux transports en commun et aux modes doux permettent d'assurer 80 % des déplacements⁵⁰.

La relation ville-transport peut être analysée selon de multiples perspectives, et nous venons simplement d'en aborder deux, au sujet de l'idée du transport et sur le rapport entre villes et modes de transport. Cette relation est solide et forte, tant sur le plan conceptuel, fonctionnel, que sur le plan explicatif. Or les transports sont aussi des producteurs de distances dans les villes. C'est sous cet angle particulier que nous poursuivons notre investigation en examinant certaines caractéristiques des distances et leurs implications pour l'urbanisme.

Les distances reliant transport et urbanisme : du détour à l'inversion spatiale

L'urbanisme n'est pas entièrement contenu dans le couple ville-transport, mais il l'est dans l'association des distances et des fonctions urbaines. De ce point de vue la distance, parce qu'elle englobe les relations parcourues par le transport et les relations de la juxtaposition dans la forme urbaine, permet une construction intellectuelle plus satisfaisante que celle impliquant le seul transport pour rendre compte du fait urbain.

Pour commencer à discuter de la distance en tant que telle, à ce stade, nous allons décrire de manière simple quelques caractéristiques essentielles des distances. Nous reviendrons ensuite, au fil du texte et de la progression dans le raisonnement, sur ces caractéristiques en approfondissant leur sens.

Dans cette discussion nous portons la focale sur la forme que prennent les itinéraires des individus. On pourrait argumenter sur le fait que dans ces déplacements seuls l'origine, la destination et quelques mesures essentielles comme le temps, la durée ou le coût comptent, et que le détail du parcours est secondaire. Or des investigations récentes, sur la base de l'analyse fine et systématique de grands nombres de trajectoires humaines rendus accessibles par les niveaux de diffusion des technologies de l'information, ont montré que celles-ci constituent des marqueurs identifiants uniques de chaque individu⁵¹. Le caractère d'unicité de l'expérience humaine de la pratique de l'espace est un argument soutenant notre démarche.

D'abord les distances que nous évoquons sont pour l'essentiel des *distances minimales en temps* et pas nécessairement les plus courtes dans leur inscription spatiale. La figure ci-contre, issue d'une situation réelle pratiquée quotidiennement par l'auteur de ces lignes, montre trois itinéraires empruntant des modes de transport différents entre deux lieux pour autant de distances possibles confrontées à la mesure de référence, la ligne droite.

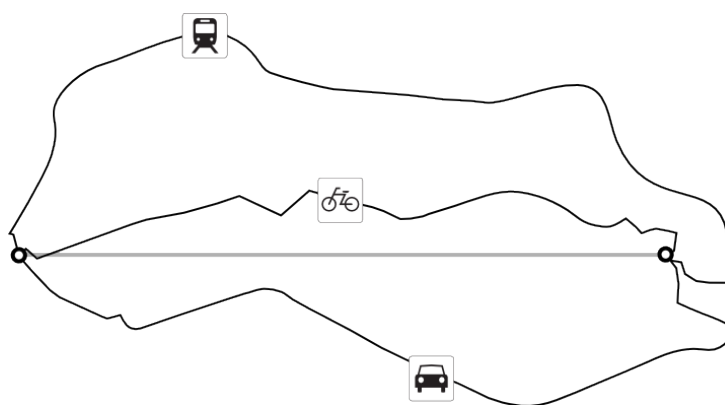


Illustration 8. Trois itinéraires possibles entre deux lieux (L'Hostis 2014)

Ensuite, affirmons, sur la base de l'observation et du sens commun, que les distances du transport vues au travers des chemins qui leur sont associés, ne sont presque jamais des lignes droites. Tous les trajets, s'inscrivant à l'intérieur ou hors des villes, empruntent des chemins, des itinéraires dont la règle est de ne

50 *Plan de déplacements urbains Île-de-France* (Paris: STIF, 2011), <http://pdu.stif.info/>.

51 Yves-Alexandre de Montjoye et al., « Unique in the Crowd: The privacy bounds of human mobility », *Scientific reports* 3 (2013), [http://www.nature.com/srep/2013/130325/srep01376/full/srep01376.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+mediaredef+\(jason+hirschhorn%27s+Media+ReDEFINED\)](http://www.nature.com/srep/2013/130325/srep01376/full/srep01376.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+mediaredef+(jason+hirschhorn%27s+Media+ReDEFINED)).

pas suivre la ligne droite. Dans les cheminements, la ligne droite est l'exception ; la règle est le détour. L'exception existe dans les villes : on pense ici au modèle de la ville linéaire imaginée et réalisée par Soria y Mata qui adopte le modèle de la ligne droite pour les distances. Mais la règle prévaut pour l'essentiel des distances urbaines.

Bien plus, les distances de l'urbanisme sont sujettes au phénomène de l'*inversion spatiale*, identifié par Tobler⁵² et par Bunge⁵³. L'inversion spatiale apparaît dans le cas où pour effectuer un déplacement dans une direction donnée, on est amené à débiter son trajet en empruntant une direction opposée.

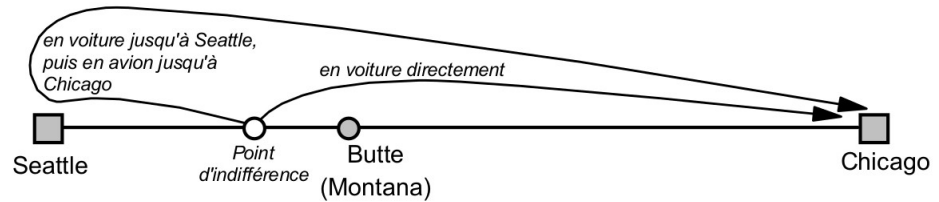


Illustration 9. L'inversion spatiale (Bunge 1962, 172)

Dans l'exemple d'inversion spatiale donné par Bunge, il existe un point d'indifférence en deçà duquel, plutôt que de prendre la voiture directement jusqu'à Chicago, il est préférable de rouler jusqu'à Seattle pour prendre l'avion vers Chicago. L'inversion spatiale traduit la forme d'un trajet optimal en temps qui rebrousse chemin pour accéder à un mode de transport rapide qui le projettera dans sa direction initiale.

En progressant dans le développement du mémoire, nous discuterons des implications de ce phénomène pour les villes, pour le transport, pour l'urbanisme et pour l'aménagement. S'agissant des villes et du transport il pourra paraître surprenant au lecteur de nous voir puiser dans une illustration de relations *interurbaines*. Or, il se trouve que l'analyse de ce phénomène recèle des enseignements de portée bien plus générale que les questions du transport entre villes. L'inversion spatiale vient de l'analyse des cheminements à longue distance, mais le phénomène apparaît aussi dans des déplacements en transports urbains. D'un lieu situé entre deux arrêts de métro ou de tramway, lequel des deux nœuds de transport est-il préférable de rejoindre ? Les grands boulevards parisiens dessinés par Haussmann ont créé des tracés directs donc efficaces dans un tissu urbain préexistant irrégulier ; cette configuration occasionne des phénomènes d'inversion spatiale quand il est préférable de rebrousser chemin pour emprunter le boulevard. L'autoroute A4 dans sa traversée de Marne-la-Vallée dans la

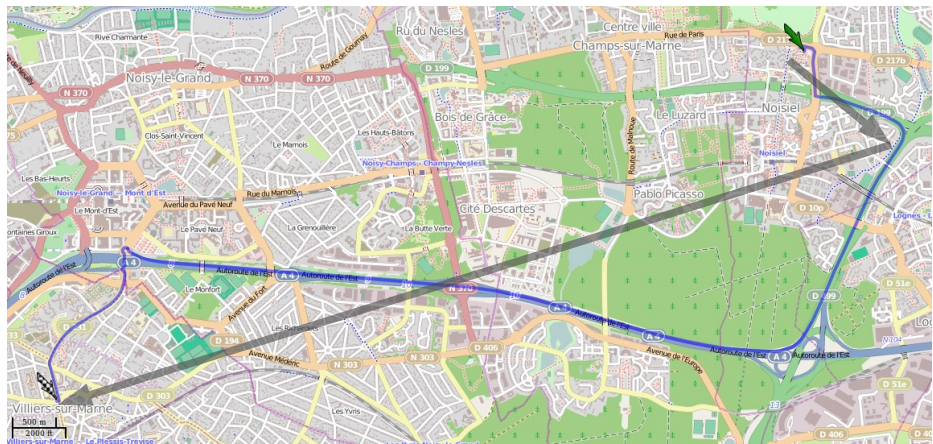


Illustration 10. Inversion spatiale dans un trajet routier urbain entre Noisiel et Villiers-sur-Marne empruntant l'autoroute A4 (<http://www.openrouteservice.org/> consulté en 2014)

banlieue de l'est parisien, par la vitesse qu'elle permet et à cause du nombre réduit de bretelles d'accès, suscite des trajets optimaux caractérisés par le phénomène d'inversion. On retrouve ici, dans des exemples urbains, le point d'indifférence, et la zone où l'inversion spatiale apparaît.

52 « Map transformation of geographic space » (Geography, University of Washington, Geography, 1961), 106.

53 *Theoretical geography*, seconde éd. augmentée 1966 (Lund: Gleerup, 1962), 172.

Pour finir de poser les éléments premiers de notre analyse des distances nous dirons simplement que l'inversion spatiale n'est que la forme extrême du détour, elle-même la norme du déplacement dans et entre les villes, nous écartant toujours de la ligne droite euclidienne.

Les distances de l'urbanisme sont loin d'être toutes des lignes droites : elles procèdent du détour, pour éviter les objets urbains que l'on rencontre sur son trajet et pour emprunter des infrastructures efficaces, rapides, qui nous procurent des itinéraires plus faciles. À l'extrême, ces trajets aboutissent à l'inversion spatiale qui retourne l'espace du trajet, qui oblige à rebrousser chemin pour aller chercher un moyen de transport performant qui, enfin, nous projettera vers l'avant.

Une fois établie cette première discussion sur la nature de la distance comprise dans la définition de l'urbanisme, nous allons retourner à l'examen général de nos objets. L'urbanisme étant tendu vers la résolution des problèmes de la ville, il est temps de proposer une liste large de ceux-ci.

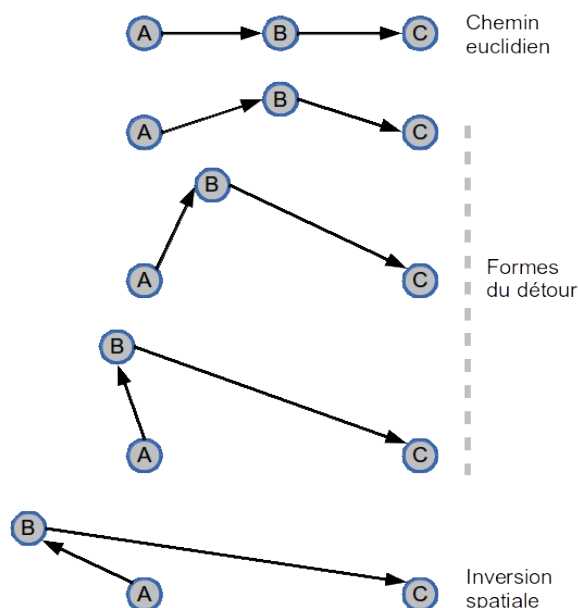


Illustration 11. Du chemin euclidien à l'inversion spatiale en passant par toutes les formes du détour L'Hostis 2014)

Automobilité et crise urbaine

Les problèmes de la ville peuvent être extraits de documents produits par les institutions internationales concernées. Nous proposons ici d'examiner le point de vue des États européens, celui des collectivités locales européennes et de compléter l'analyse par la perception mondiale portée par l'organisation des nations unies.

La charte de Leipzig sur le développement durable des villes européennes édictée par les ministres des pays de l'union européenne en charge du développement urbain en 2007 stipule que :

« Nos villes possèdent des qualités culturelles et architecturales uniques, de puissantes forces d'inclusion sociale et des possibilités exceptionnelles de développement économique. Elles constituent des centres de connaissance et des sources de croissance et d'innovation. En même temps, cependant, elles souffrent de **problèmes démographiques, d'inégalités sociales, d'exclusion sociale** de groupes spécifiques de la population, d'un **manque de logements** accessibles et convenables, et de **problèmes environnementaux** »⁵⁴ (c'est nous qui soulignons).

La vision des États européens sur les villes reconnaît leur dynamisme économique et leur rôle moteur et intégrateur, mais identifie aussi les limites que sont les inégalités, l'exclusion, la question du logement et l'environnement. De manière plus détaillée, la seconde charte rédigée par le congrès européen des autorités régionales et locales, *Manifeste pour une nouvelle urbanité*, avance que :

« [Les villes] sont devenues conscientes du nouveau rôle qu'elles devaient jouer et se sont vues comme des "acteurs collectifs", comme des centres d'initiative et de créativité. Elles sont devenues les lieux d'émergence de nouveaux modes de vie, de nouveaux réseaux sociaux, accompagnés d'une nouvelle **flexibilité** sociale, souvent caractérisée par l'instabilité familiale, l'emploi instable et la **mobilité résidentielle**.

« Dans le même temps, elles ont fait face à de profonds changements sociaux et économiques : **l'érosion des classes ouvrières**, la **désindustrialisation** de régions entières, la montée des **inégalités sociales**, la

54 Leipzig Charter on Sustainable European Cities (Leipzig: Union Européenne, 2007), 3, http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/themes/urban/leipzig_charter.pdf.

crise des quartiers ouvriers, la croissance de l'immigration, l'étalement urbain et l'usage généralisé de la voiture. Elles ont aussi dû faire face aux défis liés aux menaces sur l'environnement. »⁵⁵

Le tableau est complété dans la vision des collectivités locales européennes par les questions de la désindustrialisation, de l'immigration, de l'étalement urbain et de l'usage de la voiture. Enfin pour finir de dresser le diagnostic partagé par les institutions internationales, le forum urbain mondial organisé par l'organisation des nations unies dans sa plus récente édition à Naples en 2012 a adopté un rapport posant que :

*« Les principaux défis auxquels les villes sont confrontées dans le monde entier aujourd'hui incluent le **chômage**, particulièrement parmi les jeunes ; les **inégalités sociales** et économiques ; les formes non durables de consommation de **l'énergie** ; **l'étalement urbain** ; et la croissance des **émissions de gaz à effet de serre** »*⁵⁶.

Dans cette synthèse qui est la plus large des trois, car elle est mondiale alors que les deux précédentes sont européennes, on trouve un thème nouveau qui est celui de l'énergie associé à la durabilité.

Si nous établissons la synthèse de ces trois visions nous identifions des spécificités. Les villes européennes connaissent, par rapport à leurs homologues du reste du monde, des problèmes spécifiques liés à la désindustrialisation. Le diagnostic porté par l'ONU met l'accent sur la consommation non durable de l'énergie. Cependant, au-delà de ces différences, un consensus large apparaît autour des thématiques des inégalités, du logement, de l'étalement urbain, de l'usage de l'automobile et les enjeux environnementaux. Mise à part la question générale de l'environnement urbain, nous pouvons traduire une grande partie de ces enjeux en posant les questions de la distribution des fonctions urbaines de l'habitat et de l'emploi, de l'accès à ces fonctions, de la forme urbaine étalée et de la dominance du mode automobile. Ce qui signifie que la définition de l'urbanisme comme créateur de distances entre des fonctions est un moyen de traiter une grande partie des problèmes urbains issus des diagnostics les plus partagés. Ainsi la distance est au cœur d'une grande partie des problèmes urbains actuels.

La littérature scientifique fournit de nombreux éléments, arguments et démonstrations qui appuient le diagnostic posé par ces institutions internationales. La tâche consistant à les recenser tous dépasse le cadre du présent travail. Pour focaliser le propos nous reprenons ici les principaux arguments du débat scientifique actuel, sous l'angle du rapport entre transport et développement urbain. Même en restreignant le champ de cette manière, de nombreuses pistes peuvent être explorées. L'étude sociale, l'approche par le foncier, l'analyse des formes urbaines ou encore l'étude socio-économique sont les principaux pourvoyeurs d'indications sur le diagnostic urbain.

Ainsi, selon la thèse de Putnam, la périurbanisation, associée à l'automobilité est une des causes du désengagement civique qu'il observe dans la société américaine⁵⁷.

La consommation d'espaces agricoles pour l'extension urbaine est un problème ancien de l'urbanisme : la loi foncière de 1967 visait déjà à mieux organiser la croissance urbaine⁵⁸. Les problèmes de l'étalement urbain et de l'accès au logement en particulier, mais plus généralement tous les problèmes de la ville actuelle sont vus par certains comme contenus dans les problématiques du foncier c'est-à-dire le sol urbain⁵⁹.

55 *European Urban Charter II, Manifesto for a New Urbanity* (Strasbourg: The Congress of Local and Regional Authorities, 2008), 3.

56 *The Urban future, report of the sixth session of the World Urban Forum* (Naples: UN Habitat, 2012), 11, <http://www.unhabitat.org/documents/WUF6Report.pdf>.

57 Robert D. Putnam, *Bowling alone: The collapse and revival of American community* (New York: Simon & Schuster, 2001), 214.

58 Joseph Comby, « Retour sur la loi d'orientation foncière de 1967 et ses déconvenues », *Études foncières*, n° 77 (1997): 5.

59 Joseph Comby et Vincent Renard, *Les politiques foncières*, vol. 3143 (Presses universitaires de France, 1996).

Sous l'angle de l'analyse de la forme urbaine, comme l'a montré Fouchier il existe une relation entre la densité urbaine et les distances parcourues par un individu⁶⁰. La méta-analyse établie par Cervero et Ewing montre aussi que le nombre de kilomètres parcourus par individu en véhicule individuel baisse quand la densité augmente⁶¹.

La socio-économie est un domaine d'études qui contribue beaucoup à éclairer les questions et les choix de mobilité⁶². Pour illustrer ce type d'approches, les études en termes de somme de budget consacré au logement et de budget consacré au transport montrent que les ménages des espaces périurbains dépensent plus que les ménages situés dans les espaces centraux⁶³, malgré le coût supérieur du logement par unité de surface, y compris dans des métropoles de pays en développement⁶⁴.

Les indications issues de l'étude sociale, des approches socio-économiques, de l'analyse foncière, de l'étude de la forme urbaine indiquent à quel point les problèmes urbains se trouvent à la croisée des problématiques sociales, économiques et environnementale au travers de la consommation de ressources limitées.

L'inversion de la tendance à l'utilisation de la voiture dans les agglomérations

Les travaux sur la mobilité et la ville des années 1990 jusqu'aux années 2000, basées sur les analyses et enquêtes de mobilités menées jusqu'à la fin des années 1990 mettent l'accent sur les transformations urbaines et les évolutions des modes vies occasionnées par le développement de l'usage de l'automobile⁶⁵. L'introduction de l'ouvrage intitulé « Les Vitesses de la ville » publié en 1999 souligne la puissance des moyens de communication mis à notre disposition qui « paraissent dissoudre plus que créer liens sociaux et solidarités »⁶⁶. Les mots clés sont ceux de « la vitesse et de la flexibilité [qui] sont devenues les deux mamelles de l'efficacité productive et de l'approvisionnement des marchés »⁶⁷. Selon cet argument, la « proximité s'est affranchie de la densité physique »⁶⁸, et l'émission périurbain produit une désolidarisation des enjeux collectifs des agglomérations urbaines⁶⁹. Toutes les contributions réunies dans l'ouvrage collectif abondent dans cette analyse qui met en relief la puissance des effets de la vitesse sur la ville. Seule la conclusion introduit une nuance en évoquant de travaux très avancés identifiant « l'émergence de résistance de

60 Vincent Fouchier, « Mobilité et densité urbaine », in *Les vitesses de la ville*, éd. par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube (La Tour d'Aigues, 1999), 59-72.

61 Reid Ewing et Robert Cervero, « Travel and the built environment », *Journal of the American Planning Association* 76, n° 3 (2010): 265-94.

62 Hadrien Commenges, « Socio-économie des transports : une lecture conjointe des instruments et des concepts », *Cybergeo : European Journal of Geography*, 2013, doi:10.4000/cybergeo.25750.

63 Nicolas Coulombel et Fabien Leurent, « Les ménages arbitrent-ils entre coût du logement et coût du transport: une réponse dans le cas francilien », *Economie et statistique* 457 (2013): 57-75.

64 Ali A. Isalou, Todd Litman, et Behzad Shahmoradi, « Testing the housing and transportation affordability index in a developing world context: A sustainability comparison of central and suburban districts in Qom, Iran », *Transport Policy* 33 (2014): 33-39, doi:10.1016/j.tranpol.2014.02.006.

65 Jean-Pierre Orfeuil, *Je suis l'automobile* (L'Aube, 1994), <http://en.scientificcommons.org/22433079>; Alain Ehrenberg, *L'individu incertain* (Calmann-Lévy, 1995); Serge Wachter, « La mobilité: un fait urbain total », in *Les vitesses de la ville*, éd. par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube (La Tour d'Aigues, 1999), 9-21; Marc Wiel, *La Transition urbaine* (Sprimont: Mardaga, 1999); Zygmunt Bauman, *Liquid modernity*, vol. 9 (Polity Press Cambridge, 2000), <http://neilsquire.pbworks.com/w/file/etch/35116162/Bauman-Liquid%EE%80%80Modernity%EE%80%81.pdf>.

66 Jean-Pierre Giblin, « Préface », in *Les vitesses de la ville*, éd. par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube (La Tour d'Aigues, 1999), 7-8.

67 Wachter, « La mobilité: un fait urbain total », 11.

68 Fouchier, « Mobilité et densité urbaine », 69.

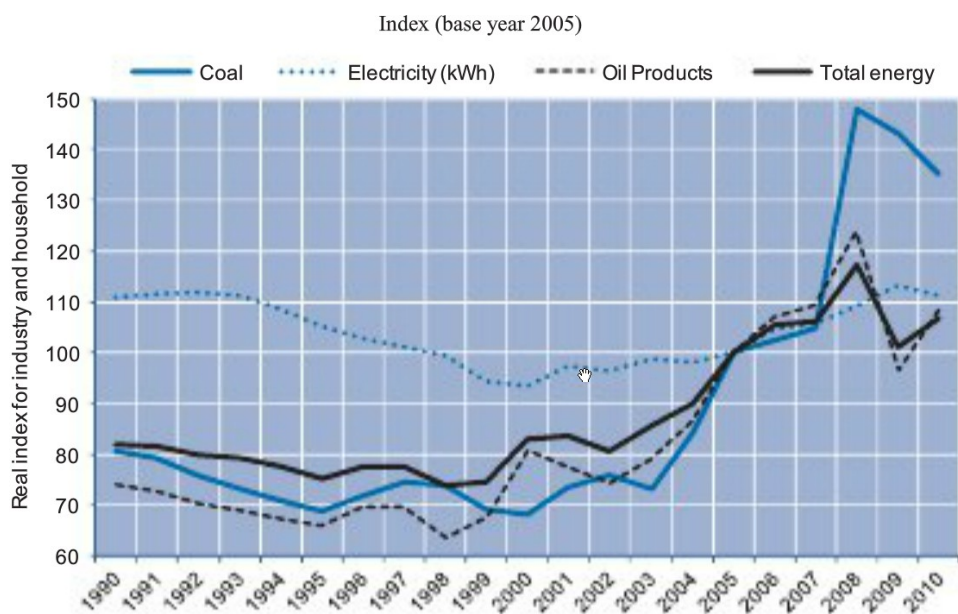
69 Marc Wiel, « Planification et infrastructures dans l'agglomération de Brest », in *Les vitesses de la ville*, éd. par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube (La Tour d'Aigues, 1999), 169-177.

plus en plus fortes à la centrifugation [...] privilégiant le retour en densité et en centralité »⁷⁰. Cette nuance mise à part, le tableau de la fin des années 1990 reste celui d'une influence majeure de la vitesse sur la ville.

Ces réflexions sont en lien avec celles des penseurs de la modernité et de la postmodernité : ainsi pour Giddens « avec l'irruption de la modernité, l'espace s'éloigne de plus en plus des lieux en permettant des relations avec un autrui absent, distant, éloigné de toute possibilité d'interaction en face à face »⁷¹. Dans cette vision, qui rejoint celle de Harvey⁷² les technologies modernes contribuent à un rétrécissement du monde dans lequel l'espace et le temps sont de plus en plus comprimés⁷³.

Selon ces thèses, l'accroissement des vitesses permet aux urbains de s'affranchir du couple densité-proximité comme la donnée sur laquelle reposait la « ville traditionnelle »⁷⁴.

Depuis le début des années 2000 on observe dans les économies développées un mouvement général et inédit d'inversion de la tendance historique de la croissance de l'usage de la voiture dans les zones urbaines.



Source: IEA Energy Prices and Taxes Statistics: indices of energy prices by sector.

Illustration 12. Evolution du prix de l'énergie pour les usagers (incluant les taxes) dans les pays de l'OCDE (OECD 2012, 41)

Ce phénomène nouveau est lié selon plusieurs chercheurs à l'évolution de la disponibilité des hydrocarbures : ainsi Newman et Kenworthy ont-ils introduit la notion de *pic de l'usage de l'automobile*⁷⁵. La formulation proposée par les auteurs est une référence explicite à la théorie du pic pétrolier, une ressource fossile dont en toute logique nous devrions connaître un moment où la production sera maximale, avant de connaître un déclin qu'on nous prédit plus ou moins brutal. Or si la voiture connaît dans l'avenir une rupture technologique dans le domaine de l'énergie, ce qui semblait peu probable en 2007 selon plusieurs spécialistes de l'Inrets qui soulignent les difficultés majeures d'adaptation du secteur industriel automobile à la production en masse de véhicules électriques⁷⁶, un argument énoncé plus récemment au travers de l'idée de la continuité de l'industrie automobile qui freine la transition⁷⁷, son usage pourrait très bien ne pas décroître inexorablement comme on imagine que la production pétrolière le fera.

70 André Pény, « Ville et vitesse: une certitude et beaucoup de questions », in *Les vitesses de la ville*, éd. par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube (La Tour d'Aigues, 1999), 189-195.

71 *The Consequences of Modernity* (Stanford University Press, 1990), 18.

72 *Géographie de la domination* (Paris: Les Prairies ordinaires, 2008).

73 Giddens, *The Consequences of Modernity*.

74 Wachter, « La mobilité: un fait urbain total », 15.

75 « Peak Car Use, Understanding the Demise of Automobile Dependence », *World Transport, Policy & Practice* 17, n° 2 (2011): 31-42.

76 Claude Soulas et al., « Lecture critique de la prospective 2050 du CGPC », 2007.

77 Peter Wells et Paul Nieuwenhuis, « Transition failure: Understanding continuity in the automotive industry », *Technological Forecasting and Social Change* 79, n° 9 (2012): 1681-1692, doi:10.1016/j.techfore.2012.06.008.

Au-delà de l'hypothèse énergétique, d'autres auteurs voient dans la baisse de l'usage de la voiture une traduction de l'évolution des mentalités et des dispositions à l'égard de l'automobile qui connaîtrait une rupture⁷⁸.

Le retour vers les villes centres

Les villes européennes ont dans leur majorité vu s'interrompre la tendance à la fuite des populations vers les périphéries. Les données de l'Audit Urbain⁷⁹ montrent que les villes européennes ont vu la tendance de l'évolution de la population des centres s'inverser en passant d'une diminution à une augmentation⁸⁰. Certes la croissance des périphéries reste supérieure à celle des espaces centraux, mais les tendances deviennent moins univoques dans le sens d'une fuite vers les périphéries qui est inscrite dans la longue durée de l'évolution urbaine depuis la seconde guerre mondiale. Ce mouvement ne se confond pas avec le phénomène de gentrification qui met l'accent sur la confrontation urbaine de classes sociales situées aux antipodes en termes de richesse⁸¹. Il est certain que les valeurs foncières au centre sont plus élevées ce qui réduit l'accès au logement pour les moins riches, mais la densité et des politiques de logement social peuvent venir contrer une tendance à l'éviction des centres de populations les plus pauvres.

En France ce mouvement de « rééquilibrage en faveur des villes centres » concomitant d'un ralentissement de l'étalement urbain débute dans les années 1990⁸².

Gottmann dans son analyse de la forme urbaine de la côte est des États-Unis est le premier à avoir décelé la tendance à la ré-agglomération dans les plus grandes des métropoles⁸³.

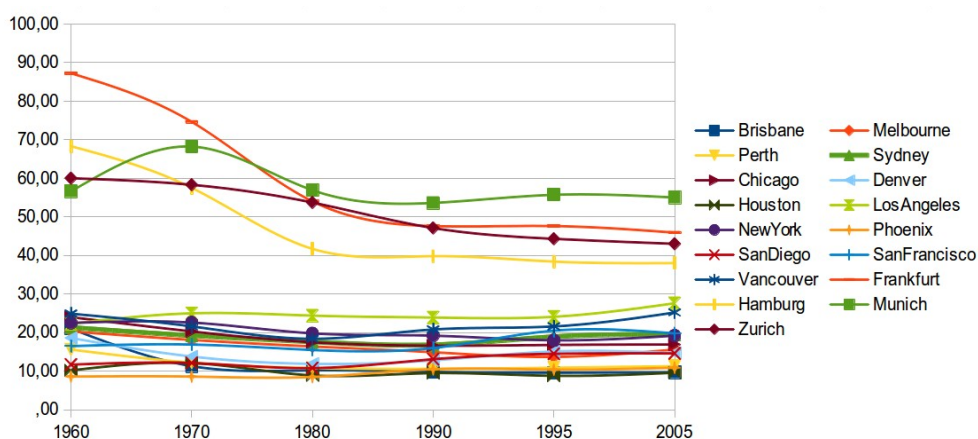


Illustration 13. Une inversion de la tendance à l'étalement urbain (Newman et Kenworthy 2011)

Pour Newman et Kenworthy nous assisterions à une inversion de la tendance à l'étalement urbain⁸⁴. L'analyse des densités urbaines de grandes villes américaines, australiennes et européennes montre en effet une forte baisse des densités jusque dans les années 1990 pour les villes denses comme Francfort, Hambourg ou Zurich, suivie par une période de stabilisation. Les villes très peu denses

78 Adam Millard-Ball et Lee Schipper, « Are we reaching peak travel? Trends in passenger transport in eight industrialized countries », *Transport Reviews* 31, n° 3 (2011): 357-78; Jan van der Waard, Ben Immers, et Peter Jorritsma, *Les nouveaux déterminants de la mobilité aux Pays-Bas, en 2012 et au-delà* (Paris: OECD Publishing, 2012), <http://internationaltransportforum.org/jtrc/DiscussionPapers/DP201215F.pdf>; Phil Goodwin et Kurt Van Dender, « 'Peak Car' — Themes and Issues », *Transport Reviews* 33, n° 3 (2013): 243-54.

79 Les données de l'Audit Urbain sont hébergées sur le site internet d'Eurostat, organisme de production de statistiques de l'Union Européenne : http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/region_cities/city_urban/

80 Rüdiger Budde et al., *Second State of European Cities Report* (Essen: RWI, 2010), 66, http://courses.arch.ntua.gr/fsr/141912/stateofcities_2010.pdf.

81 Neil Smith, *The new urban frontier: gentrification and the revanchist city* (Routledge, 1996).

82 Pascale Bessy-Pietri, « Les formes récentes de la croissance urbaine », *Economie et statistique* 336, n° 1 (2000): 35-52, doi:10.3406/estat.2000.7509.

83 Gottmann, *Urban centrality and the interweaving of quaternary activities*.

84 « Peak Car Use, Understanding the Demise of Automobile Dependence ».

d'Australie ou des États-Unis comme Los Angeles, Vancouver ou Perth montrent une tendance récente, depuis les années 2000 à une hausse de la densité. Ces mesures indiquent, sinon une inversion de tendance comme l'affirment Newman et Kenworthy, au moins une stabilisation de ce mouvement d'étalement abaissant les densités. Si l'étalement continue, il s'accompagne de mouvements de densification : le bilan capturé dans les chiffres de la figure précédente indique de ce point de vue une modification profonde des dynamiques urbaines, dont le retour au centre constitue une des formes les plus visibles.

Les chiffres les plus récents de l'évolution de l'usage du sol de l'agglomération parisienne s'inscrivent eux aussi dans cette tendance.

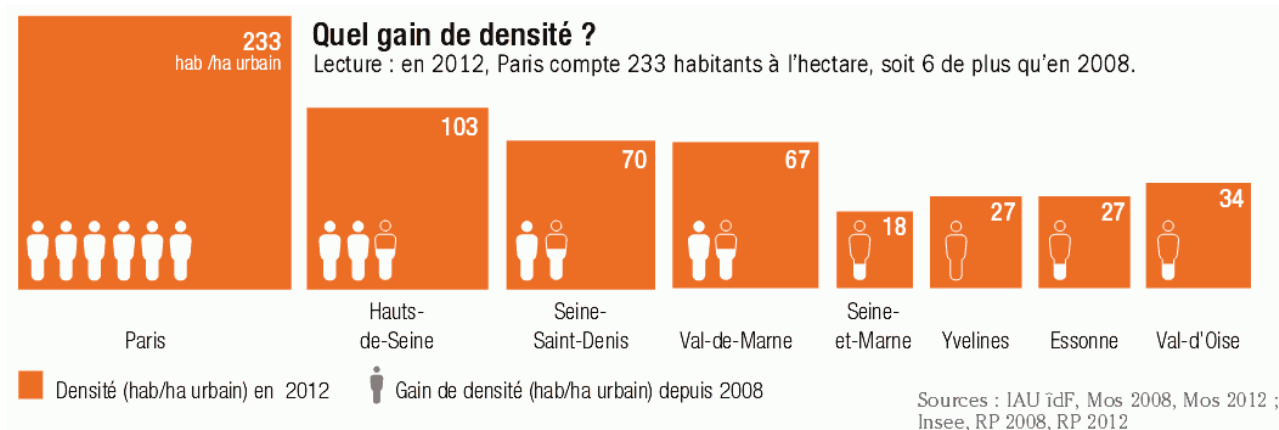


Illustration 14. Evolution de la densité urbaine en Île-de-France entre 2008 et 2012 (Omhovère 2013)

En effet entre 2008 et 2012, en Île-de-France, la densité de sept départements sur huit a augmenté, et ce sont les parties les plus centrales qui accueillent la plus forte hausse, à commencer par le territoire de la commune de Paris⁸⁵. On constate ici la croissance des zones centrales des agglomérations qui confirme un mouvement de renforcement des espaces urbains centraux, à l'inverse d'une tendance univoque à l'étalement urbain soulignée jusqu'aux années 2000.

Transition

Nous avons dressé un tableau des principaux problèmes posés dans les villes, en soulignant les liens de ceux-ci avec les problématiques du transport. La distance permet de poser un ensemble de problématiques de l'urbanisme et des transports dans la ville ; la distance occupe une position centrale dans une grande partie de problèmes urbains d'aujourd'hui. À ce titre nous avons insisté sur la forme de la distance, avec l'omniprésence du détour allant jusqu'à l'inversion spatiale causée par la structure des réseaux de déplacement actuels. Une grande partie des problèmes urbains actuels est attribuée à une association univoque entre ville et automobile. Or les tendances les plus récentes de l'évolution urbaine montrent un arrêt de la croissance historique de la circulation automobile, ainsi qu'une forme de réinvestissement des espaces urbains centraux, consécutive à des décennies d'étalement urbain. Nous souhaitons maintenant explorer le lien entre ces deux thèmes en étudiant les justifications que l'on peut trouver pour le développement des transports dans les villes et dans les territoires.

La distance relie les transports et la ville : l'urbanisme consiste à créer des distances entre des fonctions urbaines. La distance est au cœur d'une grande partie des problèmes urbains actuels. Pour ces distances le détour est la règle, et la ligne droite est l'exception.

Encart 2

⁸⁵ Martin Omhovère, *Résultats du Mos 2012 : la ville se construit majoritairement en recyclage*, Notes rapides (Paris: IAU idF, 2013), <http://www.iau-idf.fr/detail/etude/resultats-du-mos-2012-la-ville-se-construit-majoritairement-en-recyclage.html>.

Dialectique du transport et du territoire

Les transports et les villes, et plus généralement les territoires urbains, forment un couple indissociable. Nous voulons ici développer les arguments qui lient transports et territoires. Pour traiter cet enjeu nous proposons d'étudier les raisons invoquées pour soutenir le développement des réseaux de transport.

Dans les discours produits, qu'ils soient académiques, techniques ou politiques, les transports sont d'abord vus comme des outils au service de l'économie. Or les transports n'ont pas comme seul rôle de permettre à l'économie de fonctionner. Nous proposons ici de recenser des justifications, des légitimations de choix en matière de transport qui s'écartent d'une vision strictement économique. Nous prenons ici l'économie dans un sens étroit⁸⁶, tel qu'on peut la saisir dans la méthode coût-avantage, souvent utilisée dans les projets de transport.

L'hypothèse économique : un transport en adéquation avec les flux

Le transport est très souvent considéré comme une fonction essentielle au fonctionnement de l'appareil économique. C'est la fonction de circulation, en premier lieu concernant les marchandises, qui consiste en termes terre-à-terre à *faire tourner l'économie*. Cette idée se retrouve très directement dans la pensée des saint-simoniens au 19^e siècle sous la forme d'un mythe circulatoire⁸⁷.

Les inspirateurs de l'idée d'un réseau de transport ferroviaire de la France, au 19^e siècle, ont puisé dans la doctrine du saint-simonisme les justifications de leur projet. Il s'agissait alors de lier entre eux les *centres de production* par des *voies de transport* d'abord en supplantant le réseau des voies d'eau à l'exemple de la première ligne de chemin de fer en France entre Saint-Étienne et la Loire⁸⁸, puis en s'y substituant. Notons ici que la fonction première de ce réseau est le transport des marchandises. C'est seulement ensuite que son usage a été étendu au transport des personnes.

Dans l'analyse économique classique le transport est vu comme une demande dérivée, ce qui signifie que le transport n'est pas une activité économique effectuée pour elle-même, mais pour rendre possible une transaction ayant lieu à l'issue du déplacement. Pour cette raison le calcul économique dans sa forme classique conçoit le déplacement comme générant une dis-utilité, que l'on va chercher à réduire⁸⁹. Si l'on est capable de mesurer les principaux facteurs du coût du transport, alors on est en mesure d'identifier les leviers d'action. C'est pourquoi les projets augmentant la vitesse de déplacement, susceptibles de réduire le temps passé des voyageurs, ou la capacité du système de transport, susceptibles de réduire les durées et d'améliorer le confort c'est-à-dire une des composantes du coût perçu par le voyageur, sont-ils favorablement évalués dans l'analyse économique. À l'inverse les projets comprenant une importante composante de refonte des espaces publics, comme dans le modèle classique du tramway moderne français, ne bénéficient pas d'une bonne évaluation économique comme nous l'avons vu⁹⁰.

86 Nous ne faisons pas ici référence à des approches économiques plus larges comme celles intégrant des impacts difficilement monétarisables de la *proximité*, ou insistant sur les *institutions* pour comprendre les régulations territoriales et les industries de réseaux (Jean-Michel Glachant, « L'approche néo-institutionnelle de la réforme des industries de réseaux », *Revue économique* 53, n° 3 (2002): 425-35; Kristian Colletis-Wahl, « Micro-institutions et proximités: quelles lectures des dynamiques territoriales? », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 2 (2008): 251-64.). Les approches de la proximité seront développées plus loin aux parties intitulées « Distance et pourquoi pas... proximité ? » page 69, et « La distance en économie » page 78.

87 Georges Ribeill, « Des Saint-Simoniens à Léon Lalanne: projets, thèses et controverses à propos de l'organisation des réseaux ferroviaires », *Revue d'histoire des chemins de fer*, n° 2 (1990): 47-80.

88 Ibid.

89 Michael Welch et Huw Williams, « The sensitivity of transport investment benefits to the evaluation of small travel-time savings », *Journal of transport economics and policy*, 1997, 231-54.

90 Voir page 16.

D'une manière générale, dans les théories spatiales économiques et géographiques, la maximisation des profits provient de la minimisation des coûts de transport⁹¹.

Pour de nombreux auteurs la planification des transports a longtemps eu pour principal objectif, en particulier durant les années 1950 à 1970, l'adéquation au flux et la recherche de performance des réseaux⁹².

Pour montrer l'importance de l'enjeu que constitue la recherche de l'adéquation entre le système de transport et les flux, nous allons nous appuyer sur l'expérience lilloise. Entre 2001 et 2010 le trafic de la première ligne de métro de la métropole lilloise a augmenté de 55 %⁹³. Le doublement de la longueur des rames de la ligne 1 du métro lillois est un projet d'augmentation de la capacité du système, rendu nécessaire par la saturation prévue de la branche principale du réseau de transport en commun de la métropole lilloise. C'est un investissement coûteux, estimé en 2010 à 415 millions d'euros⁹⁴ puis en 2013 à 629 millions d'euros⁹⁵. Rapporté au coût de construction de la ligne 1 de Lille estimé en 1979 à l'équivalent de 740 millions en euros constants⁹⁶, on mesure que cet investissement pèse presque aussi lourd que la création d'une ligne nouvelle. Cependant ce projet n'améliore pas substantiellement l'accessibilité au territoire, et le poids de l'investissement pour la collectivité repousse dans un horizon temporel lointain la réalisation des premières branches d'un réseau de tram-train autour de Lille annoncées pour 2020 dans le plan de déplacements urbains (PDU) de 2011⁹⁷. Un investissement de résorption de la congestion, d'adaptation aux flux observés, c'est-à-dire d'adaptation à la demande, est bien une réponse inscrite dans les paradigmes strictement économiques d'adaptation entre l'offre et la demande de transport. Ce choix obère d'autres possibilités d'agrandissement du réseau, notamment vers des secteurs où la demande s'exprime aujourd'hui moins fortement que dans la zone centrale. On constate avec cet exemple la puissance de l'argument économique qui est capable de supplanter des considérations d'équilibre territorial.

Cependant l'argument économique n'explique pas à lui seul tous les choix opérés en matière de transport ; il existe d'autres raisons que nous allons présenter maintenant, en débutant par l'argument de la spatialité.

L'hypothèse spatiale : l'hétérogénéité fondamentale de l'espace fonde le besoin de transport

L'espace des activités humaines, caractérisé par son étendue, implique la différenciation des lieux. Cette idée est formulée par l'affirmation de l'hétérogénéité de l'espace. Comme l'énoncent les auteurs d'un ouvrage de référence sur les problématiques de la géographie, « deux objets ne pouvant occuper la même place, il y a une obligation d'espacement »⁹⁸. Selon cette approche c'est l'étendue spatiale elle-même, qui contient des objets nécessairement distincts, qui entraîne l'existence des distances géographiques. L'espace géographique différencie, met à distance. Mais, comme l'écrit Dumolard, l'espace géographique est fondamentalement à la fois différencié et créateur de

91 Gunnar Olsson et Stephen Gale, « Spatial theory and human behaviour », *Papers in Regional Science* 21, n° 1 (1968): 230.

92 Grillet-Aubert, « La Recherche sur les transports: questions posées à l'architecture », 114.

93 « Modernisation de la ligne 1 du métro » (Lille Métropole Communauté Urbaine, 2013), http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/Imcu/files/docs/TRANSPORTS%2520MOBILITE/Plaquette-nouvelle-ligne1_mai2013.pdf&title=lire%20en%20ligne.

94 « PDU de Lille: les objectifs et les actions » (Lille Métropole Communauté Urbaine, 2011), http://www.lillemetropole.fr/gallery_files/pdu/2011/objectifs_et_actions.pdf.

95 « Modernisation de la ligne 1 du métro ».

96 Alain Barré, « Transport et aménagement urbain: l'exemple du métro dans les grandes métropoles régionales françaises », *Revue de géographie de Lyon* 55, n° 3 (1980): 215.

97 « PDU de Lille: les objectifs et les actions ».

98 Hildebert Isnard et al., *Problématiques de la géographie*, SUP, Le géographe (Paris: Presses universitaires de France, 1981).

différence⁹⁹. L'hétérogénéité de l'espace est vue par certains comme la première loi de la géographie¹⁰⁰.

Au-delà de la géographie, Huriot et Perreur¹⁰¹, attribuent à Bergson l'idée qu'une distance permet de séparer des objets.

Dans l'organisation des réseaux de villes dans l'espace géographique, nous dit Pumain, l'espacement entre les centres est en moyenne égal au double de leur portée¹⁰². L'organisation de l'espace est structurée par la distribution des fonctions urbaines. Or chaque type de service possède sa portée, sa distance de référence¹⁰³. Pour le géographe Brunet encore, les mailles de l'organisation territoriale, à l'instar des départements de la Convention « ont un fondement distancié »¹⁰⁴.

Pour illustrer le propos, la distribution des pôles urbains dans l'espace du nord de la France montre un éparpillement, la présence d'ensembles construits à différents endroits. L'hétérogénéité est lisible au travers de cette distribution complexe qui occupe l'espace. Bien que certaines zones soient plus concentrées tandis que le reste connaît une plus faible densité l'hétérogénéité sépare, met à distance.

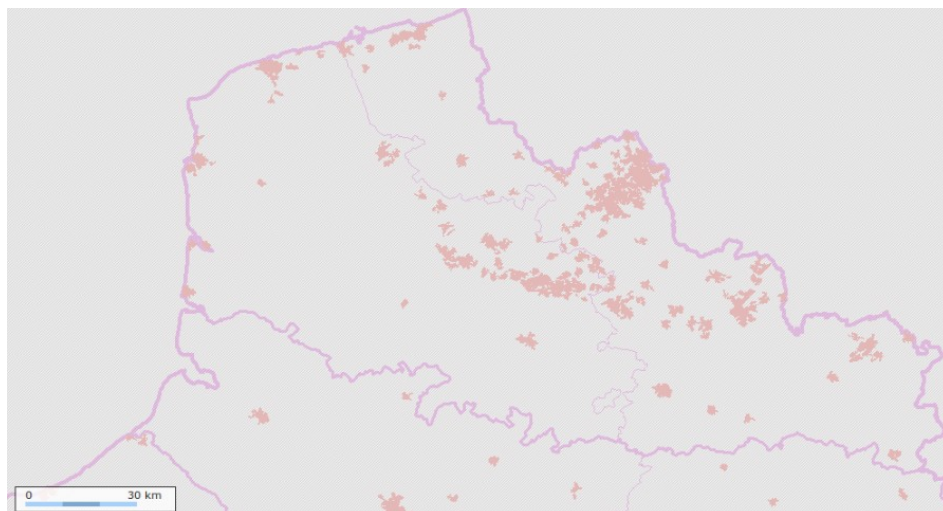


Illustration 15. La distribution des surfaces bâties dans le nord de la France, expression de l'hétérogénéité fondamentale de l'espace (GéoPortail)

Les entités urbaines distribuées dans l'espace entretiennent des relations intenses les unes avec les autres. Lier les zones bâties entre elles suppose l'établissement de dispositifs de franchissement des distances : dans ce sens, l'espace par son caractère d'hétérogénéité fonde le besoin de transport.

L'hypothèse anthropologique : toutes les activités humaines composent avec le transport

Selon la thèse centrale de la proxémie, discipline introduite par Hall, toutes les activités humaines composent avec la distance¹⁰⁵. Hall propose une lecture des comportements humains et des rapports sociaux à partir de la distances, ou plutôt des distances des différentes interactions humaines, des distances intimes et personnelles, aux distances sociales et publiques. Toutes ces distances sont organisées chez Hall selon un ensemble d'échelles proxémiques impliquant les cinq sens¹⁰⁶. Hall lie

99 « Distances, accessibility and spatial diffusion », in *Modelling urban dynamics*, éd. par Marius Thériault et François des Rosiers, Geographical Information Systems series (ISTE/Wiley, 2011), 192.

100 Daniel Z. Sui, « Tobler's first law of geography: A big idea for a small world? », *Annals of the Association of American Geographers* 94, n° 2 (2004): 274.

101 « Distances, espaces et représentations », *RERU*, n° 2 (1990): 197-237.

102 « Essai sur la distance et l'espace géographique », *Atala* 12 (2009): 44.

103 Roger Brunet, « Les sens de la distance », *Atala* 12 (2009): 23.

104 Ibid., 29.

105 Edward Twitchell Hall, *La dimension cachée*, Points (Seuil, 1971); Edward Twitchell Hall, « Handbook for Proxemic Research », *Studies in the Anthropology of Visual Communication*, Society for the Anthropology of Visual Communication. In the Series, 1974, 124.

106 Hall, « Handbook for Proxemic Research. Washington DC ».

directement l'organisation de l'espace aux distances, en l'occurrence aux distances interpersonnelles. Dès lors, les distances étant essentielles dans l'exercice de toutes les activités humaines, leur maîtrise par les individus implique l'utilisation des moyens de transport et de télécommunication. On pense ici bien sûr aux développements récents des technologies de la communication, mais auparavant les sons des percussions ou les signaux de fumées sont deux exemples de communication à distance dans les sociétés traditionnelles. L'entrée anthropologique, centrée sur les comportements et les besoins des êtres humains aboutit à l'importance des distances et donc au besoin de maîtriser les moyens de transport. Le développement des transports est ici légitimé par l'observation des comportements humains. Les hommes ont besoin de créer et de maintenir des distances entre eux, ce qui implique de maîtriser des moyens pour les franchir.

Comme le formule le géographe Tuan, les êtres humains s'intéressent aux autres personnes et aux objets importants pour leur existence ; pour cela ils ont besoin de savoir si ces ressources sont proches ou lointaines, à quelle distance elles se trouvent¹⁰⁷.

À l'appui de cette hypothèse anthropologique, les géographes savent que tous les peuples ont développé des moyens de mesurer les distances physiques¹⁰⁸.

Pour illustrer la dimension anthropologique du transport nous examinons les distances entre les maisons dans un quartier. La distance que les habitants désirent mettre entre eux lors de leur choix de lieux de résidence, choix lui-même contraint par de nombreux autres facteurs, produit une forme urbaine particulière. Le quartier de La Marlière à Courcelle-lès-Lens propose un espace entre les maisons plus faible que dans les quartiers périurbains pavillonnaires traditionnels. Les interactions entre habitants sont censées être favorisées par cette densité et par un traitement de la voirie comme un espace partagé entre les usages de stationnement, de circulation lente des automobiles et de jeu des enfants, selon le principe de la rue partagée¹⁰⁹, qui vise à permettre, dans ces espaces de circulation, le déploiement d'autres activités que le seul déplacement.



Illustration 16. Les distances entre habitants dans un développement emblématique de l'urbanisation actuelle, écoquartier de La Marlière à Courcelle-lès-Lens (Photo : D. Bourbotte 2012)

Pour caractériser cette forme urbaine traduisant les distances entre individus résidant il est pertinent d'utiliser la notion de densité¹¹⁰. L'ère industrielle est marquée par l'introduction des modes de transports mécanisés, et les villes qui prennent forme dans cette période connaissent l'invention des déplacements pendulaires ; de nouvelles distances apparaissent entre les fonctions de l'habitat et du travail. D'un point de vue urbain on peut lire l'espacement dans les trois grands types proposés par Donzelot de la relégation, de la gentrification et de la périurbanisation¹¹¹ ; la densité faible de la ville étalée correspond à un désir d'espacement des lieux de résidence, rendu possible par l'automobilisation ; la ville compacte, dense est aujourd'hui une volonté des urbanistes (et des acteurs de la gentrification), au nom de la durabilité, de créer une distance plus faible entre les résidents,

107 Tuan, *Space and place*, 47.

108 Henri Lefebvre, *La Production de l'espace* (Paris: Anthropos, 1974), 131; Brunet, « Les sens de la distance », 16.

109 Ben Hamilton-Baillie, « Shared space: reconciling people, places and traffic », *Built environment* 34, n° 2 (2008): 161-81.

110 Samuel Bordreuil, « De la Densité habitante aux densités mouvantes: l'hyperurbanité », *Annales de la Recherche Urbaine* 67 (1995): 4-15.

111 « La Ville à trois vitesses », *Revue Esprit*, 2008, <http://www.esprit.presse.fr/review/article.php?code=7903>.

compensée par un ensemble d'avantages de qualité urbaine ; enfin la relégation est marquée par la mise à l'écart d'un quartier du reste de la ville.

L'hypothèse sociétale : le transport comme condition du fait social

Si l'on définit le lien social comme l'ensemble des relations nécessaires à l'existence de la société, alors les transports constituent le support d'un lien social essentiel. Comme le pose Urry « les sociétés se construisent à partir de différentes sociabilités qui nécessitent des formes de mobilité diverses et souvent lointaines »¹¹². C'est pourquoi « être un membre accompli, actif et engagé d'une société, supportant l'éventail de droits et de devoirs que cela implique, suppose d'élargir les considérations liées aux droits légaux, politiques et économiques, pour inclure l'accès socio-spatial permettant de prendre part aux pratiques principales de son groupe social »¹¹³. Ainsi l'accès socio-spatial, qui implique l'utilisation des moyens de transport, à commencer par la marche à pied, est-il une des conditions du lien social. Par ailleurs, Urry remarque que les recherches des sciences sociales s'intéressent en priorité aux interactions entre individus et pas suffisamment à ces infrastructures de la vie sociale que sont les systèmes de transport¹¹⁴.

Dans l'autre sens de la relation dialectique entre transport et société, Simmel observe que les infrastructures de transport résultent d'un processus de *solidification du mouvement dans une structure spatiale*¹¹⁵. Dans ce sens les infrastructures de transport matérialisent les relations sociales dans les territoires.

L'approche géo-historique met en avant la construction et la diversité des sociétés par la maîtrise de la distance. Ainsi Grataloup s'appuie sur le mythe de Babel pour illustrer le processus de formation des sociétés¹¹⁶. La maîtrise de la distance fait tenir un empire. Mais lorsque la capacité de maîtrise de la distance atteint une limite, la différenciation se produit : c'est l'exemple de l'autonomisation d'une colonie par rapport à la métropole. Comme l'exprime Brunet l'éloignement « altère la cohésion », et « un système n'occupe que l'étendue qu'il peut maîtriser dans la durée »¹¹⁷.

C'est la même idée qui est développée par Lévy dans une ambition de refonte de la géographie et de ses liens avec les autres sciences sociales : « toute socialité suppose un certain nombre d'échanges *au contact*, c'est-à-dire avec une distance nulle entre les opérateurs »¹¹⁸.

Certes les transports ne sont pas seuls en jeu pour permettre le lien social : la coprésence est la situation où l'interaction sociale se passe de la fonction de transport. Mais hors de cette configuration, qu'elle soit pérenne dans la configuration de l'espace public urbain, ou bien temporaire comme dans la rencontre, le transport est bien une condition du fait social¹¹⁹.

Pour Grillet-Aubert le paradigme d'efficacité et de réponse au flux de la planification des transports a été remis en cause dans les années 1970 par des contributions de sociologues qui ont fait émerger dans leurs travaux la thématique de la mobilité¹²⁰. Les travaux de Tarrius fournissent une illustration explicite de cette idée autour du *territoire circulatoire*¹²¹. Pour Tarrius qui a étudié en particulier les

112 Urry, « Mobility and proximity », 6.

113 Ibid., 7.

114 Urry, *Mobilities*, 12.

115 Simmel, *Simmel on Culture*, 171.

116 « La Condition géohistorique entre diffusion et asabiya », *Atala*, n° 12 (2009): 217.

117 Brunet, « Les sens de la distance », 28.

118 « Une géographie vient au monde », *DEBAT-PARIS*-, 1996, 49.

119 Nous approfondissons le rapport entre mobilité et coprésence dans la seconde partie du troisième et dernier chapitre de ce mémoire au sujet des transports inter-urbains, « Les distances entre les villes : de l'accessibilité au potentiel de contact pour relier fonctionnement métropolitain et réseaux de transport » page 146.

120 Grillet-Aubert, « La Recherche sur les transports: questions posées à l'architecture », 116.

121 « Territoires circulatoires et espaces urbains », in *Migrants: les nouvelles mobilités en Europe, Paris, Éd. L'Harmattan*, éd. par M. Morokvasic et H. Rudolph (Paris: L'Harmattan, 1996), 93-117.

diasporas, le territoire circulatoire constitue un espace approprié par un groupe humain, caractérisé par des centralités et des périphéries souvent distinctes des centralités géographiques communément admises.

Pour illustrer cette dimension sociétale, nous nous appuyons sur la manifestation physique des réseaux de transport. Nous avons présenté dans l'introduction de ce mémoire le rôle des usagers, des individus dans la constitution des distances au travers de la création d'itinéraires non planifiés : ce sont les *lignes de désir* rendues visibles par un cheminement tracé sur une étendue herbeuse. Nous reprenons ici la photographie que nous avons introduite plus haut. La *ligne de désir* est une solidification du mouvement, une matérialisation dans un réseau de transport des relations sociales dans le territoire. Tout autant que l'analyse d'une enquête des déplacements des ménages, elle révèle la nécessité du transport pour les relations sociales.

Si le transport est une matérialisation de la vie sociale, il en est aussi une des conditions.



Illustration 17. La ligne de désir comme solidification des relations sociales (photo L'Hostis 2013)

L'hypothèse politique : le transport est un marqueur du territoire

Les choix en matière de transports répondent parfois à une dimension d'abord politique. Par politique on entend ici l'idée d'un pouvoir s'exerçant sur un territoire au travers de décisions et de choix. Certains de ces choix peuvent être lus au travers des tracés d'infrastructure. Ceci au point qu'il est difficile de comprendre les raisons d'un choix de tracé sans saisir la dimension strictement politique qui le sous-tend. L'approche que nous développons ici déborde largement le cadre d'analyse proposé par Gatrell consistant à identifier les chemins minimisant le coût politique, lié aux oppositions et aux « faits du prince », et le coût économique¹²².

Pour traiter ces liens entre transport et vision politique nous partons d'une définition du territoire comme une portion de la surface de la terre appropriée par un groupe humain qui le plus souvent se dote d'un pouvoir politique. Pour développer l'investigation il est utile de reprendre la définition plus détaillée du territoire proposée par Le Berre¹²³ autour des trois dimensions de la matérialité, de l'identité et de l'organisation. L'identité renvoie en particulier à la frontière qui limite le territoire et au nom qui le désigne. On trouve ici l'idée du marquage, qui concrétise l'idée de l'appropriation de l'espace par le groupe humain qui l'occupe. L'identité est aussi définie au travers d'éléments symboliques, de monuments, de lieux dits singuliers.

Nous allons illustrer cette dimension politique en prenant appui sur plusieurs caractéristiques du métro lillois.

D'abord l'idée d'une couverture du territoire par un mode de transport unique, un métro léger doit se lire dans une histoire de la création en 1967 puis de la montée en puissance et en compétences de la Communauté Urbaine de Lille. Dans la période où cette institution jeune, si on la compare à l'antériorité historique plusieurs fois séculaire des communes, doit affirmer sa présence, son emprise, son existence, elle choisit de développer un système de transport qui lui soit propre. Le métro automatique, par sa nouveauté, se distingue des modes de transport en commun déjà inscrits dans le territoire communautaire, le train régional et le tramway. Dans une volonté de relier les principaux pôles

122 Anthony C. Gatrell, *Distance and space: a geographical perspective* (Clarendon Press Oxford, 1983), 53, <http://www.getcited.org/pub/102287206>.

123 « Territoires », in *Encyclopédie de Géographie* (Paris: Economica, 1992), 617-638.

urbains Lille, Villeneuve d'Ascq puis Roubaix et Tourcoing, et d'assurer un équilibre territorial de la couverture du métro, le choix est fait d'un tracé qui, comme l'ont souligné Menerault et Barré¹²⁴, vient en partie faire doublon avec les réseaux existants du tramway et du train régional. Le résultat est aujourd'hui un réseau constitué de deux lignes qui, en desservant les pôles principaux, vient couvrir le territoire, et en se superposant s'identifie à lui. C'est en partie cette volonté de couverture, de marquage qui explique que l'on n'ait pas pris plus appui sur les modes ferrés antérieurs. Il fallait couvrir le territoire métropolitain pour affirmer l'existence même de l'intercommunalité et légitimer l'institution qui le gouvernait.

Sur un mode plus anecdotique, mais non moins signifiant, l'idée du marquage du territoire se retrouve aussi dans le nom même du système de transport, le VAL qui avant de désigner un véhicule automatique léger se rapportait au tronçon initial V.A.L. de Villeneuve d'Ascq à Lille, de la ville nouvelle au centre historique. On peut lire ici la volonté d'associer le mode de transport et le territoire qu'il parcourt.

Les manifestations de l'empreinte politique peuvent aussi se lire dans les choix mêmes du tracé des lignes de transport en commun. Pour l'efficacité d'une ligne de transport en commun, la ligne droite entre les attracteurs de trafic devrait être privilégiée¹²⁵. Cette idée connaît des illustrations dans des liaisons interurbaines : ainsi la première ligne du TGV Paris-Lyon a privilégié une ligne droite entre les deux villes. Or ce n'est pas toujours le cas : le principe de la ligne droite entre attracteurs n'est pas toujours observé dans les réalisations concrètes. Pour illustrer le propos nous prenons comme exemple le cas du métro de la métropole lilloise. Comme le montre la figure ci-contre, le premier tracé prévoyait un passage dans Mons-en-Barœul et ses quartiers denses d'habitat social. L'infrastructure étant

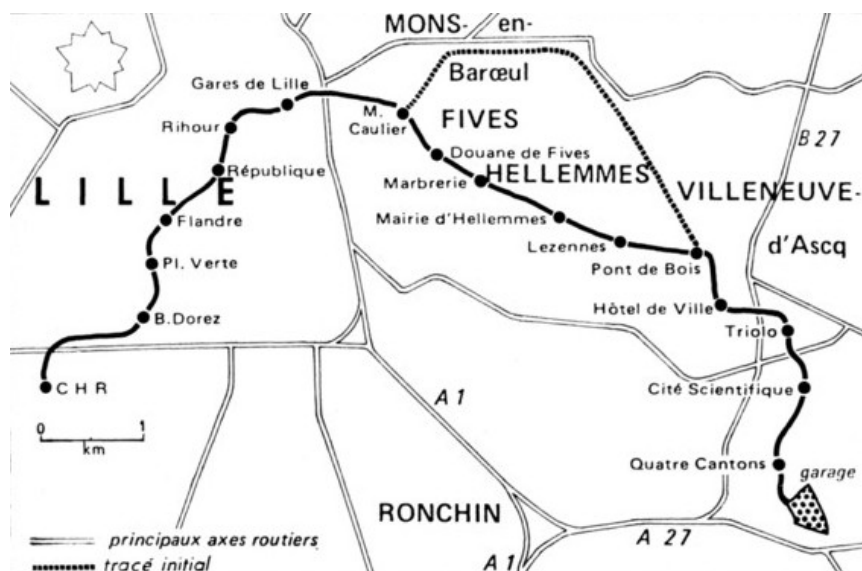


Illustration 18. Tracé initial et tracé réalisé de la ligne 1 du métro lillois (Barré 1980, 212)

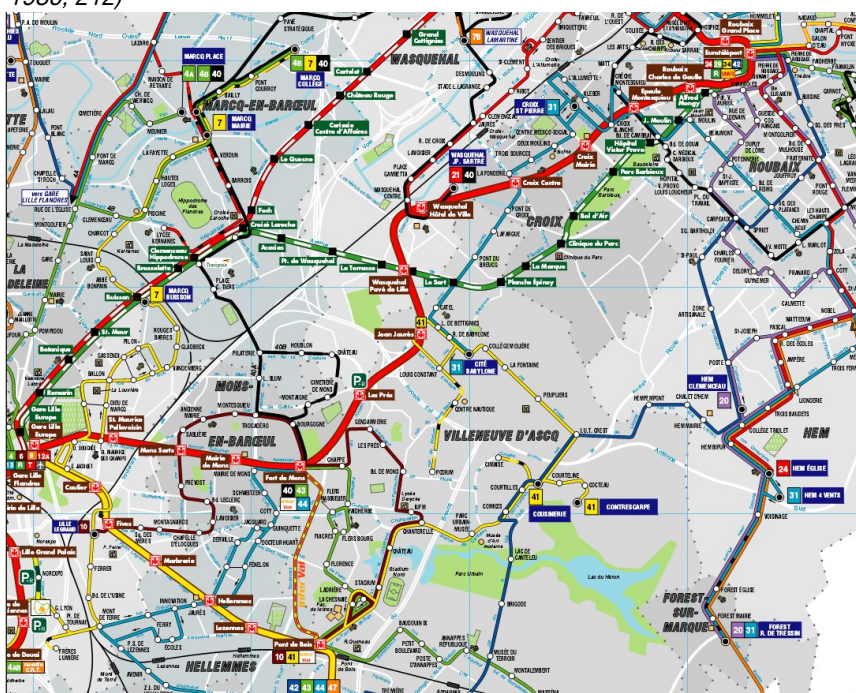


Illustration 19. Tracé actuel des deux lignes du métro lillois dans le secteur Mons-Villeneuve d'Ascq

124 « L'Interconnexion train/VAL dans l'agglomération lilloise », *Hommes et terres du Nord* 2001, n° 2 (2001): 106-111.

125 Pierre Zembri, « La conception des transports collectifs en site propre (TCSP) en France : des tracés problématiques ? », *Revue Géographique de l'Est* 52, n° 1-2 (2013), <http://rge.revues.org/3603>.

envisagée en viaduc aérien à cet endroit, les habitants s'exprimèrent négativement lors de l'enquête d'utilité publique de 1974¹²⁶. De ce fait la décision fut prise en faveur d'un tracé plus au sud par Hellemmes.

Le poids des décisions passées sur le champ du possible à un moment donné, est une idée que l'on retrouve dans la référence au *sentier de dépendance*. C'est un des facteurs essentiels pour comprendre les choix effectués à un moment donné. Ainsi Kaufmann et al., à partir de l'étude de quatre cas de villes suisses, avancent-ils que « plus que d'autres politiques publiques, la politique des transports et l'aménagement du territoire sont dépendantes de leurs histoires respectives »¹²⁷. L'évolution du tracé du métro est aussi une illustration éloquent de l'idée de *sentier de dépendance*. En effet, cette décision d'un tracé par Hellemmes pour la première ligne entraîna le besoin de créer un détour plus grand qu'envisagé initialement pour le tracé de la seconde ligne. Comme il fallait desservir le quartier peuplé de Mons, la seconde ligne de métro de Lille vers Roubaix s'infléchit vers le sud-est comme l'indique l'extrait du plan des transports en commun reproduit ci-contre. Ce détour dans le tracé ne s'explique que par l'arbre des décisions antérieures, issues d'un arbitrage politique inscrit longtemps auparavant.

De nombreuses villes ont investi cette association d'un mode de transport et de l'identité territoriale, avec un succès certain en termes d'image. Cette tendance est formalisée au travers de l'idée du *marketing urbain* qui s'est développé depuis les années 1980¹²⁸. Dans ce cadre on peut comprendre la contribution des projets de transport, en particulier le tramway, comme des vecteurs de l'image de la ville et donc comme instruments d'un marketing urbain. On pense par exemple à Montpellier et son tramway aux véhicules à l'esthétique soignée, ou encore à Rennes qui, contre les avis des experts en transport, choisit le VAL plutôt que le tramway, car ce dernier l'aurait banalisée dans la reproduction du modèle nantais, ville trop proche et trop semblable pour ne pas apparaître comme concurrente¹²⁹.

L'attribution d'un nom aux arrêts est aussi un choix où la dimension identitaire du territoire, pour reprendre la définition proposée par Le Berre¹³⁰, apparaît fortement. Pour les voyageurs le nom de l'arrêt est une « toponymie étrange », « flottant sur la ville comme un sens suspendu », mais qui oriente les déplacements¹³¹. Dans le cas lillois une fois de plus, le nom des arrêts fait souvent référence aux noms des communes membres de l'institution communauté urbaine que la ligne traverse.

Un cas extrême et unique du métro lillois est révélateur de cette idée. Il existe une station nommée *Lezennes* parmi les

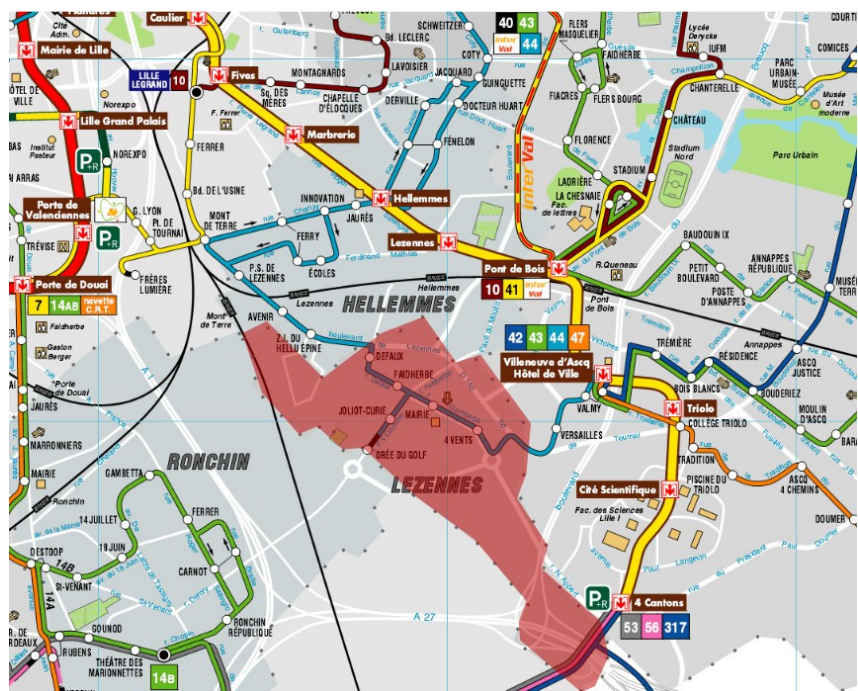


Illustration 20. Localisation de la commune de Lezennes et de la station de métro éponyme

126 Barré, « Transport et aménagement urbain », 216.

127 *Coordonner transports et urbanisme* (Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2003).

128 Theodore Metaxas, « City Marketing and City Competitiveness: An effort of reviewing the last 25 years », *Department of Planning and Regional Development, School of Engineering, University of Thessaly*, 2007, 403, http://www.prd.uth.gr/uploads/discussion_papers/2007/uth-prd-dp-2007-18_en.pdf.

129 Jean Normand, *Le Val de Rennes : Un combat pour la ville* (Apogée, 2002).

130 « Territoires ».

131 Certeau, « Practices of space », 140.

arrêts de la première ligne. Cependant, la ligne de métro ne traverse pas le territoire de la commune qui porte ce nom, comme on peut le constater sur la figure ci-contre. La station *Lezennes* est située hors du territoire de la commune du même nom. De plus, l'examen du réseau de transport urbain montre que pour atteindre les arrêts de bus situés sur la commune de Lezennes, il est nécessaire de sortir du métro avant, à la station *Hellemmes*, ou après, à la station *Villeneuve d'Ascq Hôtel de Ville*. Le nommage ne répond de toute évidence pas à un choix de lisibilité pour le voyageur souhaitant se rendre à Lezennes. La raison de ce choix est ailleurs : il est possible de formuler l'hypothèse que ce choix permet d'attribuer le nom d'une des communes décisionnaires de ce projet, en l'occurrence au travers de l'institution communautaire. Il s'agit alors d'associer une commune au projet sur le plan symbolique sous une forme qui ressemble à une compensation pour un soutien politique.

Les réseaux transports relient les lieux entre eux, mais ce lien peut être parfois plus symbolique que fonctionnel. Les transports relient les lieux entre eux, parcourent et marquent les territoires, dans une action dont la dimension identitaire, au sens de Le Berre, est manifeste.

Transition

S'agissant des projets de transport, pour Grillet-Aubert la raison technique, au travers de l'analyse socio-économique et de la mesure des impacts, ne peut à elle seule légitimer les projets et obtenir le consensus¹³². Grillet-Aubert avance que les réflexions et pratiques de la politique des transports ont, en France, évolué sous l'influence de trois facteurs : la décentralisation, la généralisation des processus de négociation et l'injonction de développement durable¹³³. Dans ce contexte d'autres arguments peuvent émerger et nous avons recensé une partie d'entre eux.

Les distances créées par les systèmes de transport dans les territoires matérialisent les choix et les arbitrages ayant présidé à la mise en œuvre de ceux-ci. Efficacité, détour, activités humaines, possibilités d'interaction, marquage du territoire sont autant de thématiques qui pèsent sur la construction de ces distances.

Encart 3

Comme nous le voyons, à côté de la justification par l'économie, il existe d'autres arguments pour motiver le développement des transports et les décisions et choix en la matière. Il est possible de construire des entrées par l'hétérogénéité intrinsèque de l'espace, par les besoins humains, par le fonctionnement social ou encore par l'argument politique du marquage territorial. Tous ces arguments se superposent, se combinent, s'imbriquent, se neutralisent parfois, mais tous contribuent à former des décisions et des choix. L'argument économique ne peut expliquer seul l'organisation des réseaux et des systèmes de transport.

Nous allons maintenant aborder la façon dont l'action publique se définit et se déploie, en examinant les liens entre les politiques de transport et les politiques de l'aménagement et de l'urbanisme.

¹³² « La Recherche sur les transports: questions posées à l'architecture », 121.

¹³³ Ibid.

Les liens entre politiques de transport et politiques d'aménagement et d'urbanisme

Nous allons maintenant examiner les relations existant entre les politiques de transport et les politiques d'urbanisme et d'aménagement.

Le rôle prépondérant de la puissance publique en matière de transport

Il existe quatre raisons principales pour justifier le rôle prépondérant de la puissance publique dans l'organisation des réseaux de transport. Elles sont liées à des considérations de stratégie renvoyant aux prérogatives des états, à la grande dimension des projets d'infrastructure, à la dimension sociale du transport et au bouclage existant entre développement des transports et développement territorial.

D'abord dans une perspective historique, le développement des réseaux de transport a obéi à des principes stratégiques militaires. On songe ici aux voies de l'empire romain en tant qu'outil de contrôle du territoire pour le déplacement rapide des unités militaires¹³⁴.

Autre illustration, les considérations stratégiques expliquent en grande partie les choix d'écartement des voies de chemin de fer en Europe. Ainsi les Espagnols se sont distingués en choisissant un écartement différent de celui de la France et du reste de l'Europe pour se protéger d'une invasion militaire qu'on jugeait à l'époque facilitée par l'usage du réseau ferré¹³⁵. Les surcoûts actuels, sous forme de transbordements, de matériel roulant à écartement variable et d'infrastructure associées, qui freinent les échanges internationaux traversant les Pyrénées, ont leur origine dans des considérations stratégiques qui ont pesé sur les choix techniques initiaux. Ceci montre comment des choix de stratégie, dictés par les prérogatives régaliennes de l'état, peuvent influencer sur la structure d'un réseau.

Le rôle prépondérant de la puissance publique est aussi dû à l'ampleur des projets d'infrastructure auxquels il faut consacrer du temps et des moyens très conséquents. Concernant le poids de la temporalité, on admet qu'en général, pour créer une infrastructure de transport, il faut dix ans pour prendre la décision de construire, qu'il faut consacrer une autre dizaine d'années pour la réalisation de l'infrastructure et que celle-ci est utilisée pendant au moins une centaine d'années¹³⁶. Quant aux moyens financiers, on peut considérer que l'effort de financement des infrastructures de transport représente une part significative des budgets de l'État et des collectivités¹³⁷. Ces deux arguments justifient la nécessité de planifier en la matière et de définir une politique d'équipement du territoire. La puissance publique est donc légitime pour planifier et organiser les systèmes de transport.

Ensuite, la nature politique des choix publics en matière de transport se rattache aussi aux différentes mentions du *droit au transport*, inscrit dans la LOTI de 1982 et aujourd'hui dans le code des transports de 2010, mais présent aussi dans la déclaration universelle des droits de l'homme de l'ONU ou encore dans la constitution de l'union européenne. Pour Urry ceci montre qu'il existe une

134 Raymond Chevallier, *Les voies romaines* (Picard, 1997).

135 Jordi Martí-Henneberg, « European integration and national models for railway networks (1840–2010) », *Journal of Transport Geography* 26 (2013): 126–38.

136 Pierre Merlin, *La Planification dans les transports: enjeux et méthodes* (Paris: Masson, 1984).

137 En 2012, 20 milliards d'euros ont été investis dans les transports (*Les comptes des transports en 2012 Tome 1* (Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie, 2013),

idéologie du mouvement¹³⁸. En tout état de cause, la dimension sociale du transport est un argument supplémentaire pour légitimer le rôle de la puissance publique.

Dernier argument pour justifier le rôle de la puissance publique, le développement des transports est le plus souvent suscité par l'expression d'une demande. Mais une fois réalisée, une infrastructure et un service qui trouvent leur pertinence au regard de ces besoins vont orienter les flux sur le territoire qu'ils desservent. Certes la causalité des *effets structurants du transport* est sujette à caution¹³⁹, mais sous l'angle de l'organisation territoriale, les flux écoulés par les systèmes de transport ont une réalité et une inscription spatiale indéniable ; les transports orientent les flux, et créent des opportunités et des contraintes territoriales. De ce point de vue, l'enjeu des transports est trop important pour échapper à la puissance publique dans sa responsabilité territoriale.

L'articulation des politiques de transport et des politiques territoriales

Nous allons examiner ici la distribution des compétences touchant aux transports et à l'aménagement et à leurs liens dans les politiques publiques en France.

En première analyse, si l'on se réfère aux définitions académiques de l'urbanisme et de l'aménagement¹⁴⁰, on pourrait penser que les transports sont un des moyens, parmi d'autres, qui concourent à la réalisation du projet de territoire. L'examen de la structure du système de planification accrédité en première analyse cette vision.

Pour chaque niveau territorial en France il existe des outils d'une politique d'aménagement, et des outils d'une politique de

Échelon décisionnel	Outils de la politique d'aménagement
Commune, intercommunalité	Plan local d'urbanisme (PLU), schéma de cohérence territoriale (SCOT)
Département	Programme d'aide à l'équipement rural
Région	Schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire (SRADDT)
État	Conseil interministériel d'aménagement et de développement du territoire (CIADT)
Union européenne	Schéma de Développement de l'Espace Communautaire (SDEC)

Tableau 1. Échelons territoriaux des compétences en aménagement (L'Hostis 2014)

Échelon décisionnel	Outils de la politique de transport
Commune, intercommunalité	Service de transport public, PDU
Département	Plan départemental de transport, Transports scolaires
Région	Plan régional des infrastructures de transport (SRIT)
État	Réseau ferré national, Cartes d'infrastructures des CIADT
Union européenne	Les RTE-t, réseaux trans-européens de transport

Tableau 2. Échelons territoriaux des compétences en transport (L'Hostis 2014)

transport. Les principaux instruments de ces politiques et leurs échelons associés sont indiqués dans les deux tableaux ci-contre.

Commençons par l'échelle de l'Union Européenne. Concernant l'aménagement du territoire, le Schéma de Développement de l'Espace Communautaire signé à Potsdam en 1999 comprend plusieurs chapitres consacrés aux transports.

Ce schéma, qui a été le premier à être signé par les pays membres et les pays associés et qui est toujours en vigueur en 2014 vient asseoir une *politique régionale* qui émerge comme un des premiers

138 *Mobilities*, 18.

139 François Plassard, *Les Autoroutes et le développement régional* (Lyon: Economica/Presses Universitaires de Lyon, 1976); Jean-Marc Offner, « Les Effets structurants du transport: mythe politique, mystification scientifique », *Espace géographique*, n° 3 (1993): 233-242.

140 Que nous avons présentées dans le paragraphe « De l'urbanisme » page 11.

budgets de l'union¹⁴¹. L'aménagement est aujourd'hui une compétence partagée entre les états et l'union européenne. La principale orientation spatiale, et nous y reviendrons, est celle du polycentrisme, mais il est significatif de remarquer qu'aucune cartographie précise ne vient identifier ces centres à partir desquels l'union envisage son développement territorial. Les représentations proposées sont indicatives et volontairement non réalistes à l'exemple de celle re-produite ci-contre.

Or, à cette même échelle européenne, il existe une politique de transport bien antérieure à cette date de 1999 et dotée de fonds très importants. La planification d'un réseau à l'échelle européenne est du ressort d'une des directions générales de la commission La politique des transports, l'effacement des frontières et le soutien d'un marché unique font partie des fondements du projet politique européen.

Comme le montre la carte suivante, la planification des transports vise à compléter les maillons transfrontaliers manquants pour la constitution d'un réseau à l'échelle du territoire de l'union européenne.



Illustration 21. Représentation du polycentrisme dans le SDEC

La cohérence entre les deux outils n'est pas fortement affirmée. On notera que la politique de cohésion comporte des financements pour les transports à un niveau loin d'être négligeable¹⁴², ce qui montre combien les enjeux sont entremêlés. Mais la politique des transports suit d'abord sa propre logique de développement de la cohésion du réseau européen, et ne vise pas explicitement un enjeu de rattrapage pour les régions périphériques, qui constitue un des objectifs de la politique régionale.

À l'échelle nationale, en France, les orientations de l'aménagement sont édictées lors de

Carte 2: Les 14 projets prioritaires du réseau transeuropéen de transport

1. Train à grande vitesse/transport combiné Nord-Sud
2. Train à grande vitesse PSCAL
3. Train à grande vitesse Sud
4. Train à grande vitesse Est
5. Ligne de la Betuwe; Rail conventionnel/transport combiné
6. Train à grande vitesse/transport combiné France-Italie
7. Autoroutes grecques Pathe et Via Egnatia
8. Lien multimodal Portugal-Espagne-Europe centrale
9. Rail conventionnel Cork-Dublin-Belfast-Larne-Stranraer
10. Aéroport de Malpensa, Milano
11. Liaison ferroviaire/routière fixe de l'Öresund entre le Danemark et la Suède
12. Le corridor multimodal du triangle nordique
13. Liaison routière Irlande/Royaume Uni/Benelux
14. Ligne principale de la côte occidentale

Voie ferrée
Route
Aéroport
Port

Source: Commission européenne DG VII

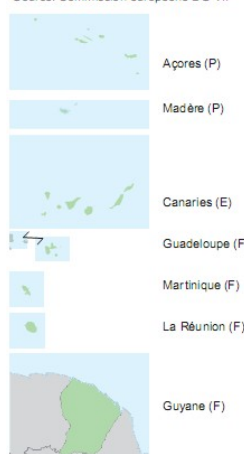


Illustration 22. Les projets prioritaires du Réseau Tans-Européen de Transport en 2012

141 La politique régionale et de cohésion représente 36 % du budget de l'Union Européenne sur la période 2007-2013, en seconde place derrière celui de l'agriculture(« Commission Européenne, Programmation financière et budget, Budget expliqué, Système budgétaire, Où va l'argent? », *europa.eu*, 2014, http://ec.europa.eu/budget/explained/budg_system/fin_fw0713/fin_fw0713_fr.cfm).

142 On estime la part des financements transport à 36 % du budget du fond FEDER, lui-même représentant plus de la moitié du budget de la politique régionale (Steer Davies Steer Davies Gleave, *Ex post Evaluation of Cohesion Policy Programmes 2000-2006, Work Package 5A: Transport* (First Intermediate Report, London: Steer Davies Gleave, 2009), http://www.et2050.eu/et2050_library/docs/mobility/policies/2009_Evaluation_Cohesion_Policy_transport_intermediate.pdf).

conseils interministériels d'aménagement et de développement du territoire (CIADT) qui réunissent les ministres et les diverses compétences qui contribuent à former le projet territorial national. Au cours de ces CIADT, sont émises des cartes d'infrastructures qui indiquent les projets soutenus par l'État. Lors de ces exercices, la synthèse des différentes contributions sectorielles à l'organisation spatiale doit être réalisée, et les choix en matière de transports sont situés dans cette problématique plus vaste. À l'échelle nationale, les transports semblent donc tout à fait s'inscrire comme outils au service d'un projet de territoire.

À l'échelle régionale, les conseils régionaux se sont vus attribuer, en 2014, le rôle de « chefs de file » de l'organisation territoriale. Cela signifie que les régions ont la responsabilité de coordonner les stratégies territoriales, y compris celles des collectivités urbaines et rurales incluses dans son périmètre. Le schéma régional de développement et d'aménagement du territoire (SRADT) introduit en 1995 avec la LOADDT doit donc coordonner les orientations des collectivités territoriales de niveau inférieur, départements et intercommunalités. Les régions auparavant avaient la responsabilité d'élaborer un schéma de transport (SRT), introduit en 1974. C'est la loi de 2010 qui a formellement inscrit le SRT comme un des chapitres du SRADT. On constate au travers de cette organisation et de son évolution, que les orientations régionales de transport ont une antériorité plus grande que l'aménagement, compétence plus récente des régions. Les dernières orientations décidées par le législateur ont cherché à introduire une plus grande cohérence, en particulier en intégrant les orientations du transport comme des instruments au service d'un projet territorial édicté dans le SRADT. On voit bien à l'examen de l'histoire de la mise en place de ces outils, que l'apparente cohérence actuelle masque

une primauté du transport sur l'aménagement : la planification des transports, à l'échelle régionale est une pratique bien plus ancienne et ancrée que celle du domaine de l'aménagement.

À l'échelle urbaine, les intercommunalités ont en charge l'urbanisme stratégique au travers du SCOT, le schéma de cohérence territoriale. D'autre part, l'organisation du réseau de transport public est planifiée par le moyen d'un plan de déplacements urbains (PDU) et réalisée le plus souvent par des intercommunalités à l'échelle du périmètre des transports urbains (PTU). Il n'est pas sans conséquences sur la coordination entre urbanisme et transport que ces deux périmètres, SCOT et PDU, ne coïncident presque jamais spatialement.

Le législateur a souhaité renforcer la cohérence des deux secteurs d'intervention, notamment avec la loi SRU de

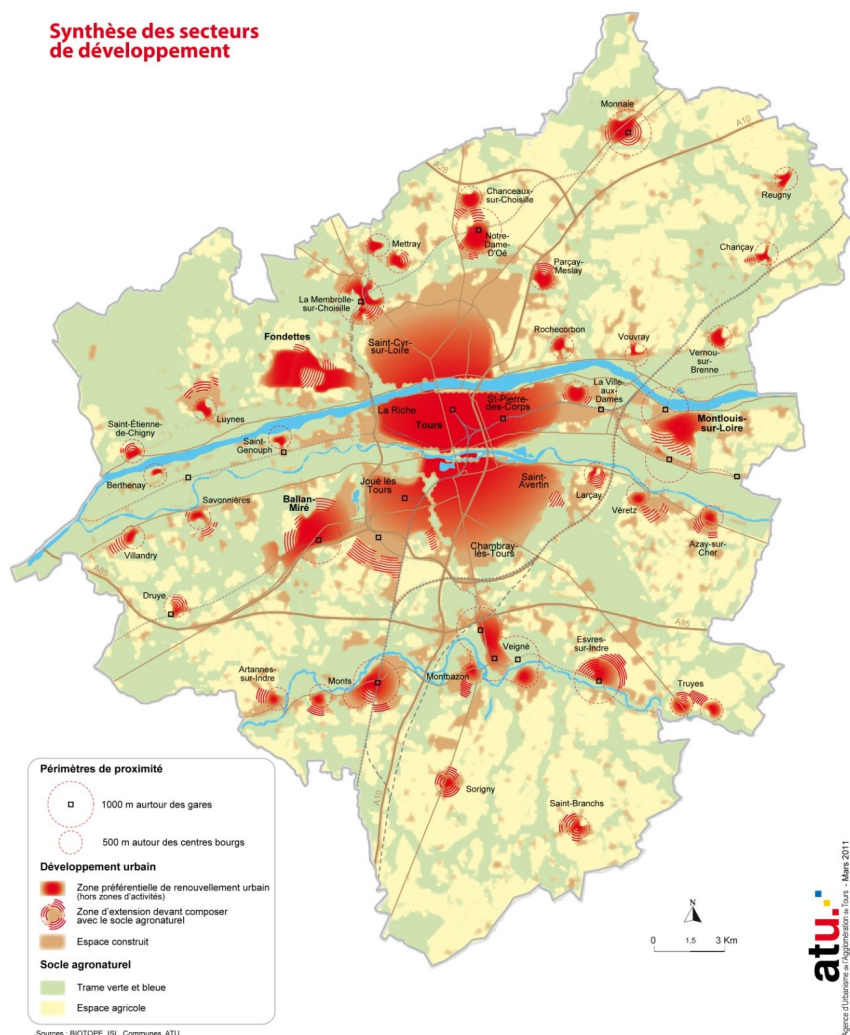


Illustration 23. Les orientations du SCOT de Tours (Beauvais 2011)

2000 qui subordonne le PDU au SCOT. De plus la loi fixe des objectifs de réduction de l'usage de l'automobile au PDU, qui sont cohérents avec les objectifs de densification autour des transports en commun que tout SCOT doit comporter¹⁴³. Illustration d'un choix d'organisation et de développement urbain, le SCOT de Tours, dont la synthèse cartographique est reproduite ici, est représentatif de ces orientations¹⁴⁴.

Le développement urbain futur est canalisé dans et autour des espaces déjà bâtis, en composant avec les activités agricoles et les espaces naturels. De plus ce schéma de synthèse du SCOT figure les gares ferroviaires et des rayons de un kilomètre autour desquels le développement urbain, en densification ou en extension est privilégié. C'est donc bien ici une synthèse de deux critères qui sont l'extension de la zones bâtie selon un principe de continuité et l'identification de secteurs prioritaires autour des gares ferroviaires qui oriente le développement. La question de savoir dans quelle mesure ce schéma sera appliqué, comme c'est le cas pour tout exercice de planification ambitieux, reste posée, mais force est de reconnaître que les principes et leur expression spatiale dans la carte font preuve d'une grande cohérence.

Deux objectifs essentiels des politiques d'aménagement et leurs déclinaisons dans la politique des transports

Un des objectifs essentiels de l'aménagement consiste à accompagner le développement économique des territoires. L'autre grand objectif des politiques d'aménagement consiste à limiter les disparités territoriales. Il s'agit de donner aux espaces défavorisés le moyen de rattraper un retard de développement. C'est le principe de l'équité territoriale définie comme le traitement équitable de l'ensemble des composantes du territoire administré par la puissance publique. L'objectif est alors de permettre l'implantation d'activités économiques dans des conditions comparables, sinon identiques. Il s'agit d'un principe de correction d'un déséquilibre observé.

Si l'on adopte l'idée selon laquelle les transports doivent contribuer aux objectifs plus vastes de l'organisation spatiale, alors ceux-ci doivent s'inscrire dans la double orientation des stratégies territoriales. On retrouve l'idée d'accompagner le développement économique par l'adaptation des transports pour satisfaire au mieux les besoins du plus grand nombre. L'objectif de résorption de la congestion ressortit typiquement de cet objectif d'appui au développement économique¹⁴⁵. Cette approche focalise l'intervention là où se trouvent les besoins, là où se trouve la demande non satisfaite la plus intense. Selon l'expression consacrée il s'agit d'arroser là où c'est déjà mouillé.

Mais en même temps les politiques transports doivent répondre à un autre objectif des politiques d'aménagement : assurer la couverture la plus complète possible du territoire

Une des difficultés de cette approche est la nature limitée des ressources pour la réalisation du système de transport. C'est cette idée que Dupuy a explicitée en opposant le réseau de projet transactionnel, c'est-à-dire opposant le réseau maximal somme de tous les désirs de déplacement, au réseau effectivement réalisé¹⁴⁶.

143 Reg Harman, Alain L'Hostis, et Philippe Menerault, « Public transport in cities and regions: facing an uncertain future? », in *Spatial planning systems of Britain and France, A comparative analysis*, par Philip Booth et al. (Oxon: Routledge, 2007), 188-204.

144 Jean-Marie Beauvais, « Vivre post-carbone : Tours en 2030 », *Territoires du futur*, 2011.

145 Nous avons illustré cette idée dans la partie intitulée « L'hypothèse économique : un transport en adéquation avec les flux », page 25.

146 *L'Urbanisme des réseaux*.

Les choix de transports sont soumis à une double finalité¹⁴⁷ avec :

1. la recherche d'une plus forte rentabilité socio-économique au nom de l'efficacité du système de production. C'est le cas typiquement lorsque l'on veut résorber les problèmes de congestion par la réalisation d'infrastructures nouvelles, et
2. la volonté de privilégier une répartition plus homogène au nom d'une conception plus égalitaire de l'espace. Il s'agit par exemple de vouloir donner des chances comparables aux territoires au travers d'une amélioration de leur accessibilité

Politiques de transport et urbanisme

Les objectifs de l'aménagement du territoire à l'échelle d'une région ou d'un pays, ne sont pas formulés de la même manière dans le cas de l'urbanisme, qui porte sur des espaces urbains.

Dans le cadre des agglomérations urbaines les objectifs de l'action sur la ville et les transports sont avant tout, en suivant une approche fonctionnaliste, d'accompagner l'urbanisation, d'offrir des moyens de transport attractifs pour les populations et les activités, de permettre l'accès aux grands équipements et enfin d'éviter ou de réduire la congestion.

En plus des deux objectifs de l'aménagement, qui sont l'accompagnement du développement et la distribution équilibrée de celui-ci, on trouve aussi, dans des contextes où l'espace disponible est très limité, le principe de l'équilibre des fonctions urbaines : on cherche à structurer fortement l'espace urbain. Dans le cas d'une volonté de développer une forme urbaine plus favorable aux moyens de transport alternatifs à la voiture, ces objectifs prennent la forme d'une densification urbaine autour des infrastructures ou des points d'entrée aux réseaux de transport en commun et de restriction du développement ailleurs.

L'exemple d'une telle orientation nous est donné par la politique ABC aux Pays-Bas mise en œuvre initialement en 1988. Il s'agit d'une série de règles s'appliquant lors de l'implantation d'une nouvelle activité économique dans un espace urbain. La loi introduit une typologie des espaces, selon la desserte ou l'accessibilité : le cas A est un espace situé près d'un nœud de transport en commun de niveau national, la situation B est le cas d'une desserte par un nœud de transport en commun régional et par la route, tandis que les localisations C ne sont desservies que par la route. Cette politique, comportant des incitations et tout un ensemble de règles d'urbanisme, incluant entre autres des normes adaptées de nombre de places de parking, n'a dans les faits jamais été strictement mise en œuvre, et fut abandonnée en 2001 car trop difficile à appliquer dans des contextes locaux où les pressions sont fortes¹⁴⁸. Malgré ses limites elle correspond à un modèle d'une politique de développement urbain conditionné au système de transport.

Un autre moyen de canaliser le développement urbain consiste à instaurer des mesures visant à dissuader les constructions dans les zones non desservies, avec comme objectif de préserver des espaces récréatifs ou agricoles. Le cas de la



Illustration 24. La main du schéma directeur de Copenhague en 1947 (Knowles 2012)

147 François Plassard, « Les Enjeux territoriaux des transports », in *Circuler demain*, Monde en cours, Prospective et territoires (La Tour d'Aigues: DATAR/Editions de l'Aube, 1993), 49-58.

148 Martin Dijst, « Spatial policy and passenger transportation », *Netherlands journal of housing and the built environment* 12, n° 1 (1997): 91-111; Tim Schwanen, Martin Dijst, et Frans M. Dieleman, « Policies for urban form and their impact on travel: the Netherlands experience », *Urban studies* 41, n° 3 (2004): 579-603.

Randstad en Hollande est une configuration spatiale ménageant un cœur vert entouré des grands développements urbains. Cette configuration est issue de choix d'aménagement visant à favoriser un ensemble de fonctions d'agriculture et de loisir, mais excluant l'implantation d'autres activités urbaines comme le logement ou les entreprises.

Souvent cité comme exemple, le plan directeur de Copenhague instauré en 1947, utilise la métaphore de la main¹⁴⁹. Chaque doigt est structuré par un axe de transport autoroutier ou ferroviaire, et le développement urbain doit se concentrer dans ces corridors de manière à ménager de l'espace pour des fonctions plus rurales, l'agriculture bien-sûr, mais aussi les loisirs des citoyens. La main du schéma de développement de Copenhague permet l'identification des axes stratégiques associés aux réseaux de transport, puis des espaces à valoriser et enfin la traduction dans les politiques urbaines d'un tel zonage, d'une densification focalisée autour du système de transport.

Le plan de Copenhague est remarquable par sa longévité dans l'histoire de la planification. Le modèle de la main, introduite en 1947, est ainsi toujours invoquée dans le plan régional de 2005 actuellement en vigueur¹⁵⁰, même si son espace d'inscription s'est grandement élargi d'un rayon d'une vingtaine de kilomètres à l'origine jusqu'à une extension de l'ordre de 50 km aujourd'hui englobant la ville d'Helsingør au nord.

Au-delà de ces deux principes essentiels, le développement urbain est guidé par des principes et des modèles. Densités urbaines, mixité et polycentrisme peuvent être vus comme trois modèles fondamentaux pour l'organisation de la ville¹⁵¹. Une politique globale à l'échelle de la région urbaine peut chercher à combiner ces trois modes d'intervention avec :

- La densité pour contrer la tendance à l'étalement urbain imputable à l'automobilité ;
- La mixité pour contrer l'urbanisme aréolaire et ses espaces monofonctionnels ;
- Le polycentrisme comme alternative au modèle centre-périphérie qui est perçu comme posant problème comme nous allons le voir.



Illustration 25. Le plan directeur régional de Copenhague en 2005 (Regionplan 2005)

Au-delà du cas général de l'urbanisme et de l'aménagement en lien avec les politiques de transport, nous souhaitons ici approfondir une configuration spatiale particulière qui constitue, dans l'éventail des orientations stratégiques possibles de développement urbain, un choix privilégié. Il s'agit du polycentrisme. Nous voulons détailler cette configuration car ses implications pour la politique de transport sont toutes particulières.

Le polycentrisme

Le polycentrisme est une des options possibles pour des stratégies de régions urbaines, ou de territoires plus vastes. Comme cette orientation suppose une organisation particulière des systèmes

149 Richard D. Knowles, « Transit Oriented Development in Copenhagen, Denmark: from the Finger Plan to Ørestad », *Journal of Transport Geography*, Special Section on Rail Transit Systems and High Speed Rail, 22 (2012): 251-261, doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.009.

150 *Regionplan 2005 for Hovedstadsregionen, Visioner og hovedstruktur Retningslinjer og redegørelse* (Valby, 2005), www.hur.dk.

151 Luc Vodoz, « Les Mobiles d'une approche territoriale », in *Les Territoires de la mobilité, l'aire du temps* (Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004), 1-7.

transport et que son emploi est significatif dans les orientations de l'aménagement, nous avons jugé utile de l'exposer ici.

Pour commencer, les villes sont le lieu de la plus grande création de richesse¹⁵². L'étude visant au calcul du PIB des grandes villes françaises montre que celles-ci contribuent à 50 % de la production de la richesse alors qu'elles ne regroupent que 42 % de la population¹⁵³. Ces chiffres accréditent la thèse selon laquelle la richesse actuelle est créée dans les plus grandes villes.

La reconnaissance du fait métropolitain, c'est-à-dire l'idée que le développement a lieu dans les principaux centres urbains, pose les métropoles en tant que manifestation urbaine de la mondialisation¹⁵⁴. Dit autrement, la mondialisation implique la transition entre un système d'échange local vers un échange mondial¹⁵⁵. De plus on considère que le développement métropolitain local est intrinsèquement lié au développement de réseaux internationaux¹⁵⁶. Pour Sassen les villes sont, dans l'organisation de l'économie-monde, des lieux de contrôle fortement concentrés¹⁵⁷.

Ajoutons que le vocabulaire du polycentrisme n'est pas totalement stabilisé. En effet on rencontre aussi le terme de *multipolaire* pour désigner une forme ou une organisation urbaine. On peut considérer que le centre est plus que le pôle. Le pôle est une simple concentration locale d'activités tandis que le centre est une concentration d'activités de haut niveau¹⁵⁸ exerçant une fonction de commandement. L'adjectif multipolaire renvoie à une description plutôt morphologique, tandis que le polycentrisme y ajoute une dimension politique de distribution du pouvoir.

Pour comprendre le polycentrisme en tant qu'orientation de la politique spatiale, il est nécessaire de le replacer dans les grands enjeux de l'aménagement, en France et à l'échelle européenne.

En France, la politique des métropoles d'équilibre, menée à partir des années 1960 a visé à contre-balancer le mono-centrisme jugé trop marqué du territoire national. Le terme polycentrisme n'apparaît pas explicitement à cette époque, mais l'idée d'un rééquilibrage dans plusieurs centres est clairement visée. Plus récemment, la poli-

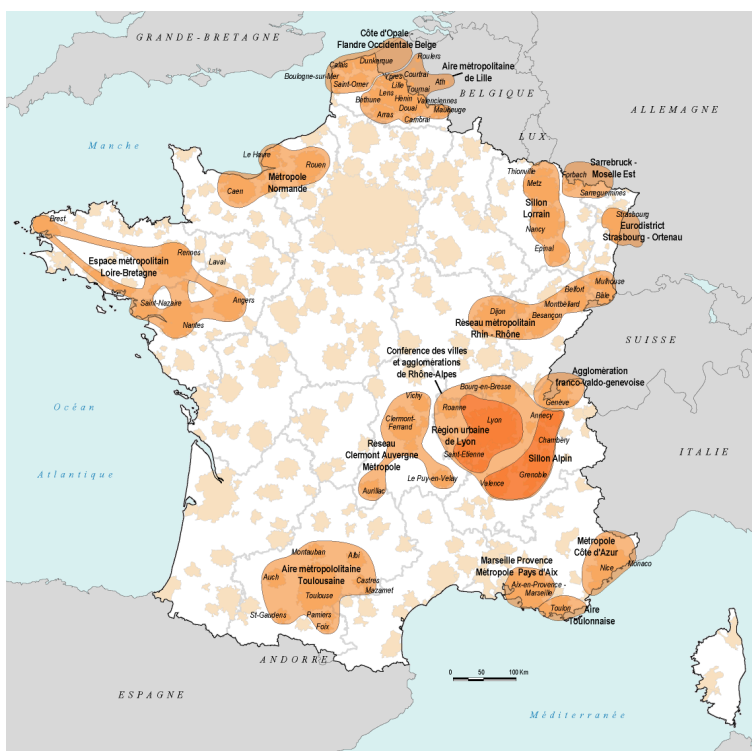


Illustration 26. Les métropoles retenues après l'appel à coopération de 2004 de la DATAR

152 Pierre Veltz, *Mondialisation villes et territoires* (Press Univ. de France, 1997).

153 Cabinet VCA, *Rôle économique des grandes villes et agglomérations* (Association des Maires de Grandes Villes de France, 2012), <http://www.grandesvilles.org/espace-presse/communiqués-presse/exclusivité-pour-première-fois-pib-grandes-villes-mesure>.

154 Nicole Rousier, « La métropolisation, traduction urbaine de la mondialisation », in *Les villes ont-elles achevé leur transition ?*, éd. par Anne Aguiléra, Jean-Loup Madre, et Dominique Mignot, Actes INRETS 99 (Arcueil: INRETS, 2005), 75-93, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00127924/en/>.

155 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 8.

156 Emmanouil Tranos et Drew Gertner, « Smart networked cities? », *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 25, n° 2 (2012): 175-190, doi:10.1080/13511610.2012.660327.

157 *The Global City: New York - London - Tokyo* (Oxford: Princeton University Press, 1991).

158 Lise Bourdeau-Lepage et Jean-Marie Huriot, « On poles and centers: Cities in the French Style », *Urban Public Economics Review* 3 (2005): 13-36.

tique incitative à la coopération métropolitaine initiée par la DATAR reprend cette thématique de renforcement de la structure urbaine nationale autour d'une série d'ensembles urbains distribués sur le territoire. Pourtant la structure urbaine française est vue par certains auteurs comme relativement équilibrée, le poids de la capitale n'empêchant pas l'épanouissement des pôles régionaux¹⁵⁹.

La cohésion territoriale renvoie à une des principales politiques européennes. Cette thématique a fait apparition explicitement dans les traités de Nice (2001) puis de Lisbonne (2004) érigeant « la cohésion économique, sociale et territoriale » parmi les objectifs mêmes de l'union européenne. D'autre part le plan d'aménagement de l'Europe, l'ESDP/SDEC (European Spatial Development Perspective/Schéma de Développement de l'Espace Communautaire) signé à Potsdam en 1999¹⁶⁰ a adopté le principe du polycentrisme comme élément essentiel du choix spatial préconisé par la commission et les États membres¹⁶¹.

Les arguments avancés dans le SDEC de 1999 pour justifier ce choix du polycentrisme pointent une concentration jugée excessive de l'organisation spatiale européenne. En effet, l'argumentaire développé dans le SDEC alerte sur le fait que le *pentagone* formé par les villes de Londres, Paris, Milan, Munich et Hambourg, ne représente que 20 % de la surface de l'union européenne¹⁶², mais regroupe 40 % de sa population et produit la moitié de la richesse européenne¹⁶³.

La carte des flux et des nœuds du transport de voyageurs en classe affaires en Europe¹⁶⁴ illustre le fonctionnement très concentré du système urbain européen. À l'exception du *triangle scandinave*, les flux principaux apparaissent dans la partie la plus dense.

Le polycentrisme européen vise à promouvoir le développement de grands ensembles économiques mondiaux ailleurs que dans le pentagone, ainsi que le développement d'un réseau de métropoles couvrant le territoire de l'Europe de manière équilibrée. L'intérêt majeur du polycentrisme en tant que principe spatial d'organisation du territoire réside dans sa capacité à ménager ou à concilier les deux grands objectifs de toute politique d'aménagement du territoire, à savoir accompagner le développement économique, tout en distribuant celui-ci de manière plus équilibrée¹⁶⁵. En effet,

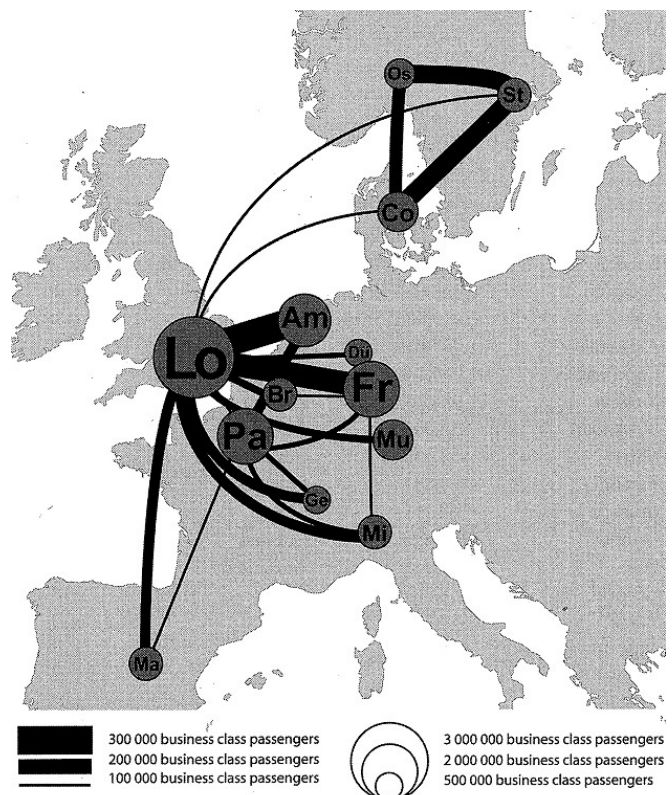


Illustration 27. Principaux nœuds et flux des voyageurs aériens en classe affaire en Europe en 2005 (Beaverstock 2010)

159 Mario Polèse, Richard Shearmur, et Laurent Terral, *France avantagée*, Odile Jacob, 2014.

160 European Commission, *European Spatial Development Perspective: Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union* (Luxembourg: European Commission, 1999).

161 Andreas Faludi et Bas Waterhout, *The Making of the European Spatial Development Perspective, No masterplan* (London: Routledge, 2002).

162 En 1999 l'Union Européenne comptait 15 membres, jusqu'à l'élargissement de 2004

163 European Commission, *European Spatial Development Perspective: Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union*.

164 Jonathan V. Beaverstock et al., *International Business Travel in the Global Economy*, 2010, http://www.ashgate.com/default.aspx?page=637&title_id=10198&edition_id=12677&calcTitle=1.

165 Guy Baudelle et Jean Peyrony, « Le Polycentrisme en France: cheminement d'un concept », *Territoires 2030* 1 (2005): 89-101.

appliqué au territoire européen, le polycentrisme prend appui sur les métropoles, considérées comme les foyers du développement économique actuel¹⁶⁶.

La politique des transports constitue un des outils privilégiés des politiques d'aménagement, du territoire. Cette idée se traduit par la présence significative de cette thématique à l'intérieur des documents d'orientation de l'aménagement. Ainsi, comme on l'a vu, l'ESDP consacre-t-il plusieurs chapitres à la politique des transports, d'une part parce qu'ils sont vus comme influençant les orientations spatiales, et d'autre part en considérant le développement des réseaux comme un des moyens pour établir un équilibre territorial¹⁶⁷. Dans cette approche, consistant à considérer les transports comme des outils au service de l'organisation territoriale, il existe des liens entre le développement du système de transport et les objectifs d'accompagnement du développement économique et de cohésion. Les transports sont ainsi amenés à jouer un rôle particulier face à l'émergence du fait métropolitain.

Le polycentrisme est installé dans la politique spatiale européenne, mais pour comprendre l'émergence du concept il est utile de remonter dans le temps, avant l'apparition du terme dans les documents politiques de l'aménagement, et aborder des problématiques de l'organisation territoriale. Une des références fortes de la réflexion sur l'organisation territoriale française et européenne est la *banane bleue*.

Historiquement la *banane bleue* est attribuée à Roger Brunet dans un article intitulé « Structures et dynamiques du territoire français » publié dans la revue *L'Espace géographique*¹⁶⁸. Le terme lui-même n'est pas énoncé dans l'article car c'est un journaliste qui désignera ainsi la forme identifiée par Brunet. L'argument de la banane bleue est de considérer qu'il existe un risque pour la France de rester marginalisée par rapport à l'espace de développement privilégié de l'Europe en construction. Comme on peut le voir sur la figure 28, Paris est située dans une lacune de la synthèse graphique proposée par Brunet¹⁶⁹. Cet énoncé spatial et textuel connaîtra un succès considérable, et il est aujourd'hui encore utilisé dans les argumentaires territoriaux comme en atteste l'exemple de la communication de l'agence de développement économique de l'Alsace¹⁷⁰, repris sur la figure 29.

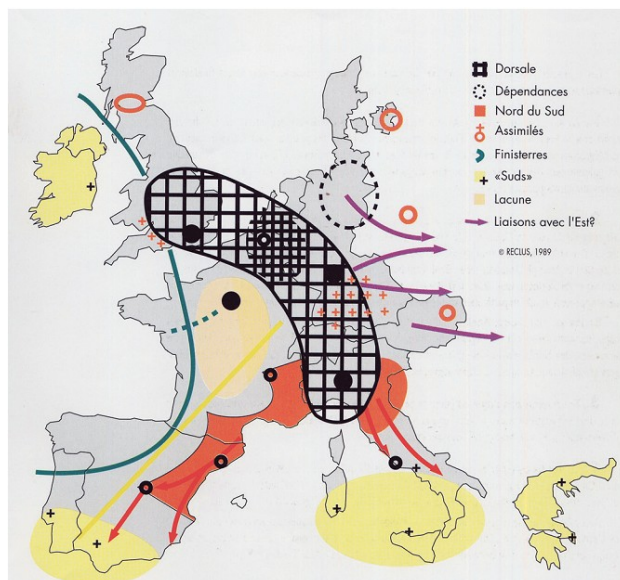


Illustration 28. La banane bleue de Roger Brunet, figure de la dorsale européenne (Boyer 1989)



Illustration 29. La prégnance de la banane bleue dans les représentations des acteurs de l'aménagement, l'exemple de l'Alsace (Alsace International 2011)

166 Veltz, *Mondialisation villes et territoires*.

167 Plassard, *Les Autoroutes et le développement régional*.

168 « Structure et dynamisme de l'espace français: schéma d'un système », *Espace géographique* 2, n° 4 (1973): 249-54.

169 Jean-Claude Boyer, *Les Villes européennes* (Paris: Documentation française, RECLUS, DATAR, 1989).

170 Alsace International, « Alsace's Location - Alsace.com The European Rendez-Vous », 2011, <http://www.alsace.com/en/other/data-center/location/?lang=en>.

Or il paraît aujourd'hui difficile de soutenir l'idée que Paris puisse risquer la marginalisation dans l'ensemble territorial européen. Bien que la thèse de la banane bleue ne soit plus raisonnablement défendable, l'expression de cette centralité européenne persiste dans la réflexion territoriale actuelle.

La première apparition du terme de polycentrisme a lieu dans une étude sur les villes européennes du début des années 1990¹⁷¹. Elle est cosignée par deux chercheurs allemands de renom, l'un spécialiste de l'aménagement, Klaus Kunzmann, l'autre connu pour la modélisation urbaine et les transports, Michael Wegener. Ce schéma propose une organisation du territoire européen en une collection de cellules, couvrant les parties les plus peuplées du territoire. Dans chaque cellule, chacun des grains de la grappe de raisin, une ou plusieurs villes centrales viennent organiser l'espace.

L'origine allemande de l'idée ne doit rien au hasard : l'organisation du territoire outre-Rhin est en effet largement structurée par les villes qui contribuent à former l'identité des régions. C'est cette idée qui est retenue, comme nous l'avons vu, comme option principale du schéma de développement spatial européen de 1999.

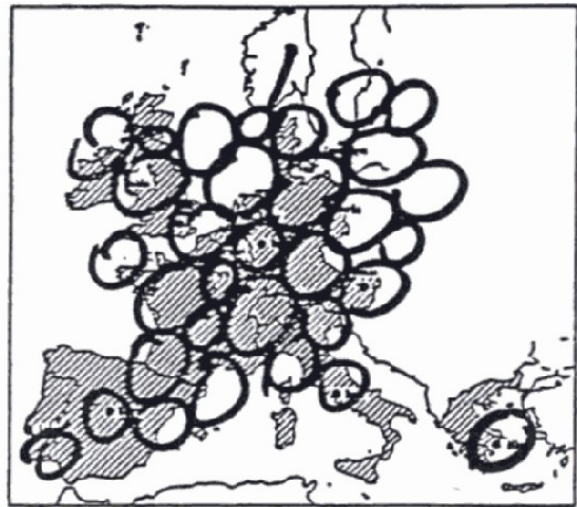


Illustration 30. Première évocation du polycentrisme européen, la grappe de raisin de Kunzmann et Wegener (1991)

Le polycentrisme est compatible avec les dynamiques économiques urbaines actuelles, et il est compatible avec l'idée d'une distribution plus équilibrée du développement urbain sur le territoire. Mais il suppose, surtout dans un contexte de mondialisation, l'existence de forts liens et flux d'échanges entre ces différents centres. L'importance des enjeux de transport est réaffirmée par cette orientation spatiale. De ce point de vue le polycentrisme correspond à une politique spatiale aux implications directes sur le système de transport : il relève donc bien des enjeux de l'articulation de l'aménagement et des politiques de transport.

Transition

Nous avons traité d'un ensemble de pratiques d'intervention sur l'espace, sur les villes et sur les transports et de problématiques qui leur sont associées. Nous avons traité de quelques généralités du développement urbain, puis nous avons listé les justifications du développement des systèmes de transport et enfin nous avons discuté des liens entre les politiques territoriales et les politiques de transport. Et nous avons identifié le thème de la distance au travers de ces problématiques.

Les politiques territoriales et urbaines, qui orientent l'aménagement du territoire et l'urbanisme, entretiennent des liens étroits avec les politiques de transport. Les différentes dynamiques qui associent transport et espace justifient ces liens. Toutes les questions que nous avons abordées dans cette première partie, traitent des deux thématiques de la distribution des activités et du franchissement des distances.

La notion de distance traverse les problématiques de l'intervention sur la ville, les territoires et les transports. Recherche d'optimisation, détour effectués en référence à la ligne droite, marquage du territoire sont autant de propriétés qui se dessinent pour caractériser ces distances.

Encart 4

¹⁷¹ Klaus Rainer Kunzmann et Michael Wegener, *The Pattern of Urbanisation in Western Europe 1960-1990* (Dortmund: Institut für Raumplanung, Universität Dortmund, 1991).

Cette investigation nous a permis d'appréhender la notion de distance, entre données objectives, construction plus ou moins volontaire et perceptions subjectives de l'espace. Ces différents aspects de la distance étant posés, ainsi que l'ensemble des contextes auxquels elle renvoie, nous sommes maintenant en position pour aborder des enjeux plus théoriques ; c'est l'objet du second chapitre du mémoire.

Distances urbaines

Nous avons identifié dans l'introduction la thématique de la distance dans son rapport au fonctionnement et au développement de la ville. Après avoir, dans le premier chapitre, traité de la relation des transports à l'urbanisme et à l'aménagement, nous pouvons entrer plus avant dans la définition de la distance pour en explorer les différentes dimensions théoriques, épistémologiques et applicatives ainsi que la contribution des différentes disciplines à sa compréhension.

Définir la distance

Pour débiter le travail de définition de la distance, nous discutons des termes et de leur emploi. En effet, nous avons besoin d'adopter une posture pour les situations où un choix doit être effectué entre plusieurs définitions divergentes. Comme nous l'avons précisé en introduction, nous employons dans ce texte le singulier de *la distance* pour le désigner concept ou une mesure particulière, ou bien le pluriel des *distances* pour désigner plusieurs mesures ou définitions possibles de celle-ci.

La distance, un enjeu de terminologie

Il nous semble que dans l'entreprise de définition de la distance, on doit prendre le plus grand soin. En effet nous avons affaire à un concept utilisé par de nombreuses disciplines du savoir académique et qui possède de surcroît un sens commun, et donc aussi un usage littéraire. Chacun d'entre nous donne un sens à la distance. Dans le domaine de la connaissance, l'enjeu principal pour nous est de pouvoir distinguer les dimensions mathématiques du concept, des aspects liés à la spatialité géographique. Dit autrement, il s'agit de pouvoir distinguer ce qui relève des propriétés mathématiques de ce qui relève de la description contingente d'objets géographiques.

De ce fait la posture que nous adoptons consiste à utiliser des termes qui puissent avoir un sens univoque dans les deux domaines de la géographie et des mathématiques. Il apparaît que cette posture nous distingue d'une partie des géographes comme nous allons le voir. Cependant elle nous semble nécessaire pour établir un dialogue entre mathématique et géographie.

Il nous faut adopter une définition pour certains termes et écarter plusieurs usages admis dans la littérature, mais qui ne répondent pas à notre orientation terminologique.

Débutons par le mot de *distance* même. La définition admise le plus largement admet la distance comme une idée de l'éloignement entre deux lieux¹⁷². Nous admettons bien volontiers comme tous les auteurs de la géographie, le caractère multiple de la distance¹⁷³. La distance d'un lieu à un autre résulte de plusieurs facteurs dont certains sont objectifs et d'autres subjectifs¹⁷⁴. La distance est pour partie perçue, vécue, au travers d'une expérience liée à des dimensions culturelles, psychologiques et sociales¹⁷⁵. Ce caractère polysémique ne doit cependant pas la disqualifier en tant que concept, ni en réduire son usage.

Le mot de distance est beaucoup plus nettement défini en mathématique. La distance en mathématiques est une mesure de l'écart entre deux objets qui respecte les quatre propriétés de positivité, de séparation, de symétrie et de l'inégalité triangulaire :

- | | |
|--|-----------------------|
| (1) $d(A, B) \geq 0$ | positivité |
| (2) $d(A, B) = 0$ si et seulement si $A = B$ | séparation |
| (3) $d(A, B) = d(B, A)$ | symétrie |
| (4) $d(A, C) \leq d(A, B) + d(B, C)$ | inégalité du triangle |

Pour mettre en valeur ces propriétés, les mathématiciens emploient le terme d'écart pour désigner une mesure de l'écartement entre deux points ou objets qui ne possède pas nécessairement les propriétés des métriques. Pour les mathématiciens il faut alors prouver que l'écart est une distance en testant ou démontrant l'existence des quatre propriétés. Ainsi pour aborder la distance il est pertinent d'employer un terme plus large qui est celui d'écart.

Nous voulons contribuer à une meilleure connaissance dans les domaines de l'urbanisme et de l'aménagement, de la ville et des transports. Comme l'exprime Urry¹⁷⁶, l'étude des mobilités, traduisant l'importance accordée, depuis une vingtaine d'années, à la spatialité pour comprendre les phénomènes du champ social, les phénomènes psychologiques et les comportements, requiert des connexions entre des disciplines aussi éloignées que la sociologie, la géographie, la littérature et la physique. Ces débordements et emprunts entre disciplines rendent le dialogue nécessaire : ceci passe par la confrontation des définitions des concepts et des idées principales. Dès lors nous formulons l'hypothèse que les définitions des sciences dites exactes sont plus stabilisées et moins sujettes à débat que celles des sciences humaines. Elles constituent notre point de départ. Nous situant dans les domaines de la géographie et de l'urbanisme, nous proposons d'adopter des définitions compatibles avec les définitions mathématiques.

Dans cet esprit, nous retenons l'usage du terme *distance* pour toute mesure de l'écart entre objets géographiques qui respecte les quatre propriétés mathématiques fondamentales. Nous reprenons exactement l'usage du vocable *écart* par les mathématiciens pour désigner une mesure de l'écartement entre deux points ou objets qui ne possède pas nécessairement les propriétés des métriques.

L'usage géographique du terme de *métrique* est particulièrement visé ici. Lévy, tout en reconnaissant élargir le sens par rapport à sa signification mathématique, en donne pour définition « tout dispositif de mesure et de traitement de la distance »¹⁷⁷. Les Mots de la géographie adoptent une définition similaire¹⁷⁸. L'usage du terme permet pour les géographes de distinguer l'idée de l'éloignement des lieux entre eux, la distance, et la mesure de celle-ci, la métrique. Or pour les mathématiciens, le terme

172 Roger Brunet, Robert Ferras, et Hervé Théry, *Les mots de la géographie : Dictionnaire critique*, 3e édition revue et augmentée (La Documentation Française, 2005), 164.

173 Jacques Lévy, « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », *Atala* 12 (2009): 179; Dumolard, « Distances, accessibility and spatial diffusion », 192.

174 Dumolard, « Distances, accessibility and spatial diffusion », 189.

175 Antoine Bailly, « Les Représentations de la distance et de l'espace: mythes et constructions mentales », *RERU*, n° 2 (1990): 265-270; Dumolard, « Distances, accessibility and spatial diffusion », 192.

176 *Mobilities*, 6.

177 Lévy, « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 179.

178 Brunet, Ferras, et Théry, *Les mots de la géographie*, 328.

métrique désigne le caractère mathématique d'une distance c'est-à-dire le fait qu'elle respecte les quatre propriétés fondamentales ; en mathématiques, métrique et distance sont synonymes. En cohérence avec l'orientation terminologique que nous avons définie, nous écartons l'usage proposé par Lévy, car il implique une différence qui n'existe pas en mathématiques. Argument supplémentaire, tant le langage courant que le discours géographique associent des mesures à la distance, comme dans la question : « à quelle distance se trouve ce lieu ? ».

En conséquence, dans ce travail, le mot distance désigne à la fois l'idée de l'écartement et la mesure, ou plutôt comme nous le verrons, *les* mesures de celui-ci.

D'autre part, on peut constater en géographie un usage fréquent du vocable *topologie* et de l'adjectif associé *topologique* le plus souvent pour désigner les réseaux et leurs propriétés. Je ne fais pas partie des défenseurs de l'usage du terme avec ce sens. En effet, comme l'esquisse Lévy¹⁷⁹, le sens mathématique et celui donné par les géographes actuels¹⁸⁰ est assez différent. Pour éclairer le débat, il est utile de se placer dans une approche de l'épistémologie des mathématiques. Pour Bunge la géométrie comporte trois formes successives¹⁸¹. La première géométrie décrit un monde où les angles et les distances restent fixes. Ensuite est apparue la géométrie projective qui compare les propriétés des objets avec celles de leurs ombres projetées. Enfin la topologie se préoccupe des propriétés des objets soumis à des distorsions de tous types. La topologie va alors traiter des relations de contiguïté entre régions ou lieux¹⁸². Un de ses développements remarquables est la *théorie des graphes*. La topologie possède un sens fort en cartographie et particulièrement pour les anamorphoses¹⁸³, car elle permet de qualifier les situations où la surface de la carte est déchirée par les transformations cartographiques¹⁸⁴. La topologie permet de comprendre les distorsions des cartographies plastiques¹⁸⁵ et est à l'origine de la théorie des graphes, qui est très utilisée dans le domaine des transports¹⁸⁶. Le problème est que ces deux domaines sont très différents, et autant l'emploi de la topologie au sens des voisinages et des continuités est pertinent pour l'analyse de la cartographie des espaces plastiques, autant les applications géographiques de la théorie des graphes aux réseaux de transport peuvent être traitées sans puiser dans les corpus de la topologie des mathématiciens. Ainsi la topologie dans l'acception des mathématiques et de la géométrie, prend du sens pour certaines analyses de la géographie, ce qui incite à en réserver l'usage à ces seuls domaines.

Je prétends que dans les domaines de l'urbanisme, de l'aménagement et de la géographie impliquant le transport¹⁸⁷, on peut toujours substituer à l'adjectif topologique, tel qu'il est utilisé par exemple par Lévy¹⁸⁸, celui de rédistique.

Une fois fixée notre orientation terminologique nous pouvons entamer le travail de définition proprement dit. Le premier concept de distance qui s'impose est celui de la distance euclidienne ; nous commençons par traiter de son rôle dans la géographie d'aujourd'hui.

179 « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 180.

180 Des réflexions géographiques du début du 20^e siècle proposent un usage du terme *topologie* pour décrire les formes du terrain, selon une acception assez proche de l'usage mathématique (Général Berthaut, « Topographie, topométrie et topologie [Lettre du général Berthaut à Mr. Paul Girardin] », *Annales de Géographie* 21, n° 115 (1912): 73-80, doi:10.3406/geo.1912.7294.), mais qui n'a plus cours aujourd'hui en géographie.

181 *Theoretical geography*, 174.

182 Gatrell, *Distance and space*, 14.

183 Jean-Charles Denain et Patrice Langlois, « Cartographie en anamorphose », *Mappemonde* 49, n° 1 (1998): 18.

184 Colette Cauvin et Henri Reymond, *Nouvelles méthodes en cartographie* (Paris: GIP RECLUS, 1986).

185 Pip Forer, « A Place for plastic space », *Progress in human geography* 2, n° 2 (1978): 230-267.

186 Philippe Mathis, *Graphes et réseaux, modélisation multinationaux* (Paris: Lavoisier/Hermès, 2003).

187 Il existe une application géographique de la topologie qui n'est pas liée aux problématiques du transport donc située hors de notre champ : dans le domaine de la géopolitique, le fait pour un État d'être voisin direct ou d'être voisin du voisin d'un autre État sont des paramètres importants pour expliquer les relations internationales. Voir par exemple : Lars-Erik Cederman, « Endogenizing geopolitical boundaries with agent-based modeling », *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99, n° suppl 3 (2002): 7296-7303.

188 Lévy, « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 180.

L'encombrante distance euclidienne

La distance dite euclidienne est formalisée dans un axiome énoncé par Archimède, successeur d'Euclide, au 3^e siècle avant notre ère selon lequel « de toutes les lignes ayant les mêmes extrémités la ligne droite est la plus courte »¹⁸⁹. Depuis la fin du 19^e siècle, les mathématiciens ont montré que la géométrie euclidienne n'est pas la seule envisageable, et Poincaré dynamite les certitudes en écrivant que : « une géométrie ne peut pas être plus vraie qu'une autre, elle peut seulement être plus commode »¹⁹⁰.

Dans un travail précédent, nous avons montré la prégnance de la conception euclidienne dans les représentations tant usuelles que scientifiques de la distance¹⁹¹. Lévy propose le néologisme de l'*euclidianisme* pour qualifier cette tendance à ne voir la carte que comme un plan alors même que l'espace de la géographie n'en est pas un¹⁹².

Il est vrai que, à l'appui des conceptions euclidiennes, la ligne droite est bien plus qu'un concept géométrique. Bailly insiste sur l'idée que la droite symbolise l'ordre, s'oppose au désordre ; elle constitue un principe éternel, une donnée primitive pour la compréhension de l'espace et de la distance¹⁹³.

Beaucoup de géographes se font l'écho du débat philosophique et épistémologique sur le caractère absolu de l'espace, invoquant les anciens, Newton et Einstein¹⁹⁴. Dans la littérature géographique il est aisé de trouver des critiques des conceptions *euclidianistes*, tel le texte de Lévy, mais beaucoup plus rare de rencontrer des sources défendant une approche absolue dans la conception de l'espace. Le géographe Sack, dans un texte de 1973 proposant un concept d'espace physique en géographie, fait partie des rares¹⁹⁵ à défendre cette thèse¹⁹⁶. Sack considère que l'espace euclidien à trois dimensions de la physique classique offre un support univoque et suffisant pour décrire les phénomènes de la géographie. Dans son approche, les espaces non-euclidiens, défendus par les géographes quantitativistes notamment, ne font qu'alimenter la confusion dans les représentations spatiales. Ce texte est publié dans une période où foisonnent les recherches géographiques sur les espaces plastiques¹⁹⁷, les espaces relationnels¹⁹⁸ ou encore les espaces projectifs¹⁹⁹. La thèse selon laquelle la géométrie non-euclidienne est « non-géographique »²⁰⁰ a été profondément et justement critiquée par les tenants de l'analyse spatiale quantitative²⁰¹. Exception faite de ce texte de Sack, le consensus prévaut aujourd'hui que les espaces de la géographie sont décrits par des formalisations euclidiennes, mais aussi par des structures non-euclidiennes.

189 T. L. Heath, *The Works Of Archimedes* (Cambridge University Press., 1897), 193, <http://archive.org/details/worksofarchimede029517mbp>.

190 Henri J. Poincaré, *La science et l'hypothèse. La valeur de la science. Des fondements de la géométrie* (Paris: Flammarion, 1902), 75.

191 Alain L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide » (Géographie et Aménagement, Tours, Aménagement de l'espace, 1997), 120.

192 *L'invention du monde* (Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 2008), 83, <http://en.scientificcommons.org/28004315>.

193 Bailly, « Les Représentations de la distance et de l'espace: mythes et constructions mentales », 266.

194 Gatrell, *Distance and space*; Antoine Bailly, « Distances et espaces: vingt ans de géographie des représentations », *L'espace géographique*, n° 3 (1985): 197-205; Jean-Pierre Marchand, « "Le temps modifie incessamment l'espace" (Elisée Reclus 1905) », *Atala* 12 (2009): 117.

195 Langlois indique une approche par un espace euclidien tridimensionnel dans lequel sont plongées les données géographiques (Patrice Langlois, « Formalisation des structures géographiques de base. De l'espace-temps-matière au Géosystème », in *ThéoQuant 1999* (Besançon, 1999), 24.), mais il est difficile de trouver d'autres tenants de cette conception.

196 « A concept of physical space in geography », *Geographical Analysis* 5, n° 1 (1973): 16-34.

197 Forer, « A Place for plastic space ».

198 Bunge, *Theoretical geography*, 203.

199 Tobler, « Map transformation of geographic space ».

200 Sack, « A concept of physical space in geography », 16.

201 Gatrell, *Distance and space*, 6.

Du côté de la psychologie, Montello affirme que pour Kant, l'espace de la perception visuelle est décrite par la géométrie euclidienne²⁰². Certes les psychologues ont montré que la géométrie de l'espace visuel obéit plutôt à la géométrie Riemannienne²⁰³ qui respecte globalement la géométrie euclidienne à l'exception de la propriété des parallèles qui stipule que par un point peuvent passer plusieurs parallèles à une droite. Mais il s'agit de légères distorsions optiques qui ne remettent pas en cause fondamentalement l'hypothèse d'une perception visuelle euclidienne. Même si cette discussion concerne l'espace visuel qui correspond aux très courtes distances de la géographie, la perception de l'environnement proche influe très certainement sur la perception de l'espace plus vaste des territoires.

Dans l'apprentissage des distances par l'enfant, on admet que le concept géométrique de la ligne droite n'apparaît pas avant l'âge de 6 ou 7 ans²⁰⁴. Avant cet âge l'enfant n'est pas capable de dessiner spontanément une ligne droite et ne parvient pas à saisir l'idée de la diagonale. Ceci montre le caractère acquis de la référence euclidienne ; un acquis qui n'en est pas moins familier.

Une grande partie des termes du débat sont donc formulés, établis et semblent admis. l'appel de Poincaré à sortir du schéma euclidien a été entendu par les géographes, les économistes et les psychologues. Pourtant la ligne droite conserve un caractère fondamental dans la compréhension de l'espace. Ainsi, dans leur proposition d'une définition générale de la distance en économie spatiale, Huriot, Smith et Thisse²⁰⁵, partent de la conception familière de la distance comme d'une référence à la ligne droite euclidienne. Et pour Dumolard la distance entre deux lieux fait implicitement référence à une notion géométrique qui se révèle bien plus équivoque qu'il n'y paraît²⁰⁶. Or la distance euclidienne, par sa prégnance dans les représentations reste une mesure de référence²⁰⁷. L'apport d'une mesure de distance hors de la ligne droite est précisément évaluée par l'écart existant avec celle-ci²⁰⁸.

La distance euclidienne paraît donc bien encombrante. Beaucoup d'auteurs dénoncent son emprise et appellent à son dépassement, mais force est de constater son caractère fondamental et incontournable pour la conception de l'espace. Nous allons maintenant développer les arguments qui poussent à s'écarter de conception euclidienne. Première étape pour sortir du carcan euclidien, il est pertinent de discuter des unités des distances de la géographie.

La distance possède plusieurs unités de mesure

La distance est souvent vue de manière restrictive, à notre sens, comme désignant la seule longueur en kilomètres d'un chemin²⁰⁹. Ainsi chez Zahavi, dans le texte de référence sur les budgets-temps, la distance n'est utilisée que pour faire référence à la longueur des trajets²¹⁰.

Or, selon les mots de Tobler, « les mesures du géomètre sont moins pertinentes pour les comportements sociaux dans un contexte spatial qu'une échelle en unités temporelles ou

202 Daniel R. Montello, « The geometry of environmental knowledge », in *Theories and methods of spatio-temporal reasoning in geographic space* (Springer, 1992), 1, http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-55966-3_8.

203 John C. Baird, Mark Wagner, et Elliot Noma, « Impossible Cognitive Spaces », *Geographical Analysis* 14, n° 3 (1982): 212, doi:10.1111/j.1538-4632.1982.tb00069.x.

204 Tuan, *Space and place*, 25.

205 « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis », *Geographical Analysis* 21, n° 4 (1989): 1, doi:10.1111/j.1538-4632.1989.tb00898.x.

206 « Distances, accessibility and spatial diffusion », 190.

207 Gabriel Dupuy, *Systèmes, réseaux et territoires: principes de réseautique territoriale* (Paris: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1985), 22.

208 Dumolard, « Distances, accessibility and spatial diffusion », 190.

209 Karl W. Deutsch et Walter Isard, « A note on a generalized concept of effective distance », *Behavioral Science* 6, n° 4 (1961): 308-11; Astrid De Witte et al., « Linking modal choice to motility: A comprehensive review », *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 49 (2013): 329-341, doi:10.1016/j.tra.2013.01.009.

210 *Travel characteristics in cities of developing and developed countries*, Staff Working Paper (International Bank for Reconstruction and Development, 1976).

monétaires »²¹¹. Cette proposition est admise par la plupart des observateurs des sociétés actuelle²¹². Pour illustrer simplement cette idée, notons que c'est le seul moyen de comprendre un choix d'itinéraire évitant une zone de congestion que l'on serait amené à traverser sans cela.

Comme l'exprime Pumain, pour comprendre l'organisation de l'espace, au-delà de la mesure des kilomètres, il faut « considérer la distance socialement significative, celle qui règle l'intensité et la fréquence des interactions sociales, et qui s'exprime en unités de coût du transport, ou de temps sacrifié au déplacement ou de possibilités d'accès à l'information »²¹³. C'est l'idée de la distance que nous retenons ici, en tant qu'idée et mesure *socialement significative*. Au-delà du temps de transport, d'autres paramètres et autant d'unités de mesure viennent former les distances, en se superposant les uns sur les autres²¹⁴. Pour Tuan la distance est d'abord une expérience de l'individu : toute distance est envisagée à partir de soi-même²¹⁵. Les pronoms personnels, moi, nous, eux, sont associés à des référents spatiaux comme le montre Tuan sur la figure ci-contre : la distance est subjective. En conséquence, les sens de la distance sont aussi divers que les modalités de son expérience par les individus : nous acquérons un sens de la distance par l'effort de nous déplacer d'un lieu à un autre, par le besoin de projeter notre voix, ou encore en entendant un chien aboyer la nuit²¹⁶.

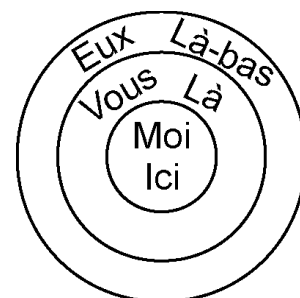


Illustration 31. Pronoms personnels et références spatiales (Tuan 1977, 48)

Le lien avec les besoins et les contraintes des activités des individus explique aussi le fait que la distance puisse être indiquée en nombre de jours, ou de nuits de sommeil qui rendent compte de l'effort à fournir pour la franchir²¹⁷. Il est plus explicite de faire état de la distance franchie par un long trajet routier par le nombre de jours qu'il requiert plutôt que par le nombre de kilomètres : ils nous disent les nuits d'hôtel, les repas, les pleins d'essence et donc les moyens dont on a eu besoin. Dans le texte de référence de l'approche critique de l'espace, Lefebvre préconise de mesurer les distances « en fatigue, en temps d'activité » pour les individus²¹⁸.

L'évolution du niveau de fréquentation²¹⁹ de l'autoroute à vélo belge entre Louvain et Bruxelles²²⁰ traduit la multiplicité des paramètres contribuant à la formation des distances. Essentiellement parcourue par des trajets domicile-travail, son usage baisse durant les mois de l'hiver, ce qui montre que les conditions météorologiques influent sur le choix du vélo comme mode de transport. Le froid et la pluie influent sur le confort perçu par les cyclistes : c'est un des paramètres des distances vécues qui vient réduire l'usage du vélo les mois d'hiver.

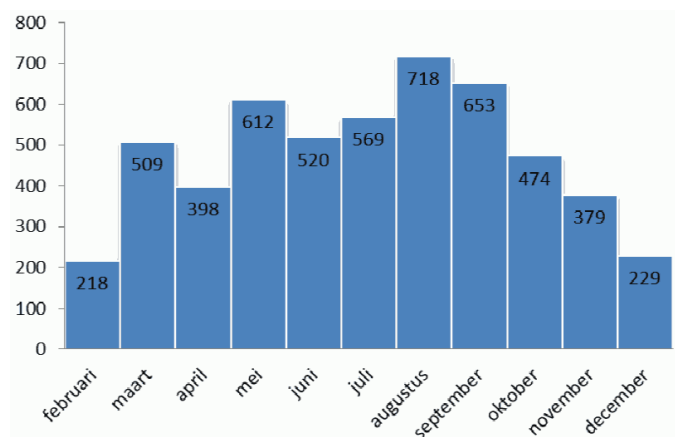


Illustration 33. Saisonnalité dans la fréquentation de « l'autoroute à vélo » belge Bruxelles-Louvain, indication de l'existence de paramètres liés aux conditions météorologiques dans la formation de la distance (Fagard 2012)



Illustration 32. Une vue de « l'autoroute à vélo » belge Bruxelles-Louvain (Willems 2013)

219 Steven Fagard, *Fietstellingen HST-route* (Provincie Vlaams Brabant, 2012), http://www.vlaamsbrabant.be/binaries/Eindrapport_onderzoek_HST-route_tcm5-90151.pdf.

220 Aurélie Willems, « Succès pour la HST-route entre Bruxelles et Louvain », *GRACQ*, 2013, <http://www.gracq.be/NEWS-2013-11/HSTRouteLeuvenBrussel>.

Pour traiter les multiples dimensions de la distance, dans une approche d'économie spatiale Deutsch et Isard ont défendu une approche empirique rigoureuse avec la notion de *distance effective* qui résume la distance observée en une série de mesures²²¹. Cette distance effective est composée de mesures de la distance physique, de mesures de coûts de transport, de mesures des coûts de transaction et de mesure de la distance sociale. Pour Deutsch et Isard, la simple substitution des kilomètres par des heures et des minutes, ne peut rendre compte de la distance car une même durée ne possède pas le même sens pour deux individus différents²²². Cette notion est cohérente avec l'idée de la distance *socialement significative* proposée par Pumain²²³.

Dans leur travail sur la définition de la distance en économie spatiale, Huriot, Smith et Thisse²²⁴, retiennent comme première notion la *distance de plus court chemin*. Cependant, ils la jugent insuffisante pour décrire la totalité des mouvements dans l'espace en prenant comme exemple la formation des prix des billets aériens qui est souvent faiblement corrélée avec la longueur du chemin le plus court sur le globe terrestre. Leur proposition de *distance de coût minimum* vise à dépasser l'idée d'un chemin le plus court pour passer à une fonction d'économie spatiale minimisant un coût.

Si l'on cherche traduire ces différentes unités en termes mathématiques, on doit se figurer que pour chaque type de mesure correspond un espace particulier. Il existe ainsi un espace-temps, un ou plutôt des espaces-coûts, etc., chacun d'entre eux étant caractérisé par une géométrie particulière. S'agissant de l'espace géographique on évoquera alors pour un même ensemble de lieux, plusieurs espaces métriques se superposant selon les unités que l'on voudra considérer. On voit que la distance, par son caractère multiple, reflète la complexité de l'espace géographique.

Les unités de la distance sont nombreuses, et au-delà des kilomètres, englobent des durées et des coûts, de la fatigue et de l'effort, jusqu'à des éléments de confort. Seconde étape du dépassement de la structure euclidienne, intéressons-nous maintenant à la forme de la distance : quel chemin emprunte-t-elle ?

La distance prend plusieurs formes : l'importance du réseau

Comme nous l'avons vu plus haut²²⁵, il est aujourd'hui devenu difficile de trouver des défenseurs du caractère absolu de l'espace. Le consensus actuel est bien autour d'un rejet d'un espace lisse et continu, au profit d'une conception anisotropique avec des directions et de lieux privilégiés et des espaces négligés²²⁶. Cette approche de l'espace est aussi soutenue par l'influence des technologies de la communication qui font émerger la forme du réseau²²⁷.

C'est l'existence même du réseau de transport qui provoque un allongement des kilomètres parcourus, en éloignant les itinéraires de la ligne droite. La hiérarchisation des réseaux selon les vitesses, creuse encore plus l'écart entre ligne droite et itinéraires pratiqués. Même si pour Saint-Exupéry, pilote et poète, « avec l'avion, nous avons appris la ligne droite »²²⁸, les déplacements se font le plus souvent hors de celle-ci.

221 « A note on a generalized concept of effective distance », 309.

222 Ibid., 310.

223 « Essai sur la distance et l'espace géographique ».

224 Huriot, Smith, et Thisse, « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis », 1.

225 Confère à la partie intitulée « L'encombrante distance euclidienne », page 50.

226 Manuel Castells, *The Rise of the Network Society* (Oxford: Blackwell, 1996); Stephen Graham et Simon Marvin, *Splintering Urbanism, networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition* (London: Routledge, 2001); Manuel Castells, « The Networked City: Réseaux, espace, société », *EspacesTemps.net*, 2009, <http://espacestemp.net/document7443.html>; Marchand, « "Le temps modifie incessamment l'espace" (Elisée Reclus 1905) », 117.

227 Graham et Marvin, *Splintering Urbanism, networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*; Brunet, « Les sens de la distance », 48.

228 Antoine de Saint-Exupéry, *Terre des hommes* (Editions Gallimard, 1939), 64.

Dans la ville, la forme des distances empruntant les réseaux varie selon les modes de transport choisis. Entre deux mêmes lieux, à chaque mode de transport correspond un itinéraire et donc la distance qui lui est associée. Reprenons ci-contre la figure qui nous avait permis de souligner la diversité et la complexité des distances dans la ville. Il s'agit de trois chemins selon le mode de transport choisi. Voici donc entre deux lieux quatre distances possibles, dont trois distances-réseaux.

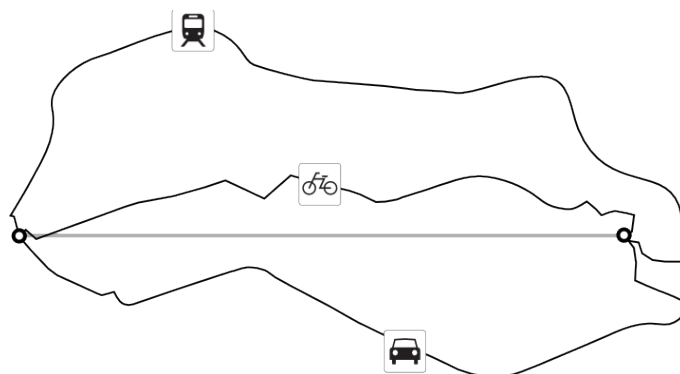


Illustration 34. Entre deux lieux, quatre distances et les itinéraires correspondants (L'Hostis 2014)

La géographe Pumain insiste sur « l'extraordinaire distorsion qui s'est introduite entre la distance physique, mesurée en kilomètres, sur les cartes topographiques, et la distance mesurée par le temps nécessaire au parcours, du fait de l'accroissement de la vitesse des transports liée à la mécanisation »²²⁹.

À l'opposé de ces conceptions, le fait de négliger le caractère réticulaire des phénomènes de transport conduit Ollivro à décrire toute la période qui précède la révolution industrielle comme caractérisée par un espace-temps homogène où « le temps nécessaire pour rejoindre deux points est en moyenne proportionnel à la distance les séparant »²³⁰. Outre l'assimilation implicite de la distance à une mesure en unités de longueur, qui est profondément restrictive comme on l'a vu, je ne partage pas cette analyse. En effet, au moins depuis les voies romaines, les sociétés ont bâti des infrastructures de communication, des réseaux de transport qui ont profondément amélioré les activités de transport. L'ouverture d'une voie, d'une piste, indique le chemin optimal d'un point à un autre, un chemin bien plus efficace que le cheminement dans l'espace naturel non anthropisé. L'existence de ces premiers réseaux de transport montre que déjà, au moins dans l'antiquité, des vitesses différentes existent sur un même territoire. Les déplacements de l'antiquité empruntaient des réseaux, et, avant même, les conditions géographiques dessinaient des directions privilégiées, comme le long des cours d'eau, et d'autres freinées, comme celles perpendiculaires aux fonds de vallées. Le réseau hydrographique orientait et continue d'orienter les flux de déplacement. Dès lors il n'est pas juste de faire débuter une période de *rapidité différenciée* avec le milieu du XIXe siècle comme le fait Ollivro. Cette caractéristique indéniable des espaces-temps anthropisés, la différenciation des vitesses, est très largement antérieure à la période à laquelle Ollivro la fait commencer. Ni aujourd'hui, ni hier l'hypothèse de la plaine homogène ne résiste à l'examen des phénomènes : le réseau est une forme très présente dans les phénomènes de transport et de déplacement.

La forme du réseau conditionne très fortement la forme des distances observées. Comme l'a montré Hérán, les déplacements piétons dans les grandes agglomérations connaissent un détour moyen de l'ordre de 20 à 25 % dans les tissus centraux, et de l'ordre de 50 % dans les espaces périphériques²³¹.

Nous avons introduit précédemment la notion de *longueur visuelle* pour formaliser la mesure de la distance issue de la lecture des représentations cartographiques²³². Cette notion a mis en avant la référence euclidienne et la façon dont le dessin des voies, leur sinuosité pouvait transmettre l'idée d'un allongement de la ligne droite par le tracé des infrastructures de transport.

229 « Essai sur la distance et l'espace géographique », 47.

230 Jean Ollivro, *L'homme à toutes vitesses: de la lenteur homogène à la rapidité différenciée* (Rennes: Presses universitaires de Rennes, 2000), 21, <http://en.scientificcommons.org/22436447>.

231 Frédéric Hérán, « Des distances à vol d'oiseau aux distances réelles ou de l'origine des détours », *Flux* n° 76-77, n° 2 (2009): 117.

232 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide », 128.

Le réseau est donc la forme essentielle pour comprendre les distances. Pour définir la distance produite par un réseau de transport, on utilise le concept de *distance-réseau*²³³ définie comme la longueur de l'itinéraire minimal entre deux points du réseau.

Nous allons maintenant discuter de quelques grandes questions posées en termes de réseaux dans la pensée actuelle. La découverte du phénomène de *petit monde*, bien que relativement ancienne²³⁴, est aujourd'hui profondément renouvelée par les analyses quantitatives des graphes, et en particulier des graphes sociaux et des graphes issus de l'étude de l'internet²³⁵. L'idée de base est que les individus seraient beaucoup plus proches dans le réseau social que dans l'espace géographique. Dès lors, quel sens la distance géographique, que certains appellent *distance physique*, conserve-t-elle dans le monde actuel ? Au contraire, pour Sui, les petits mondes ne font que participer à la compréhension de la vraie nature des rapports entre les objets géographiques, tels qu'ils sont inscrits dans la première loi de Tobler²³⁶.

Issue de travaux de la psychologie sociale, la réflexion sur les petits monde a ensuite pénétré la sociologie avec le travail de Granovetter sur la force des *liens faibles* dans les réseaux sociaux des individus²³⁷. Ces travaux trouvent aussi un écho en économie : les analyses en termes de capital social font fortement appel à la notion de réseau personnel²³⁸.

Pour terminer cette partie consacrée aux formes de la distance, nous discutons de la question de sa formulation mathématique. Le réseau est la forme la plus usuelle de la distance car tous les déplacements empruntent des réseaux d'infrastructure. Même la marche à pied a besoin de chemins, de sentiers, de trottoirs et de passages piétons. Cependant, du point de vue mathématique, la notion de forme renvoie à la formulation analytique de la fonction de distance. Dans ce cas il existe une formule mathématique servant à calculer la distance à partir des coordonnées des points d'origine et de destination. Ainsi les formes non-euclidiennes de la distance sont nombreuses entre la métrique rectilinéaire appelée aussi métrique de Manhattan et déjà présente dans le plan de ville orthogonal attribué au grec Hippiodamos de Milet, et les différentes formes de la métrique de Riemann²³⁹. Ces distances sont le plus souvent des formulations simplifiées à usage de modélisation théorique ; nous ne nous y attarderons pas. D'autant plus que la plupart des modélisations dans le domaine des transports reposent sur des descriptions plus ou moins détaillées des réseaux de transport et, distance euclidienne mise à part²⁴⁰, ne font pas appel à des formulations analytiques de la distance.

Nous venons de montrer que les distances du transport sont pour l'essentiel des distances-réseaux. Nous allons maintenant explorer les caractéristiques principales des espaces que ces distances dessinent. Autrement dit nous traitons de la géométrie des espaces de transport.

233 Jean-Marie Huriot et Jacques François Thisse, « Distances économiques et métriques: éléments d'axiomatic », in *Modélisation spatiale: théorie et applications*, série d'Econométrie appliquée n° 33, collection de l'Institut de Mathématiques Economiques (Dijon: Librairie de l'Université, 1987), 1-17; L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide », 106; Pumain, « Essai sur la distance et l'espace géographique », 39.

234 Stanley Milgram, « The small world problem », *Psychology today* 2, n° 1 (1967): 60-67.

235 Duncan J. Watts, *Small Worlds: The Dynamics of Networks between Order and Randomness* (Princeton University Press, 2003); Céline Rozenblat et Guy Mélançon, « A Small world perspective on urban systems », in *Handbook of Theoretical and Quantitative Geography*, éd. par F Bavaud et C Mager (Lausanne: FGSE, 2009).

236 Sui, « Tobler's first law of geography », 274.

237 Mark Granovetter, « The Strength of weak ties: a network theory revisited », *Sociological Theory* 1 (1983): 201-233.

238 Richard C. Feiock, M. Jae Moon, et Hyung Jun Park, « Is the World "Flat" or "Spiky"? Rethinking the Governance Implications of Globalization for Economic Development », *Public Administration Review* 68, n° 1 (2008): 29, doi:10.1111/j.1540-6210.2007.00832_2.x.

239 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide ».

240 De nombreuses modélisations théoriques des villes en économie spatiale comme les modèles monocentriques, considèrent une distance économique basée sur la distance euclidienne (Nicolas Coulombel, « Tackling the Urban Sprawl Issue: A Monocentric Analysis of Housing Budget Restrictions, Including and Without Transportation », in *56th Annual North American Meetings of the RSAI (Regional Science Association International)*, 2009, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00852913/>..

Distances du transport et géométrie : la convergence de l'espace-temps, l'effet tunnel et l'ordre des proximités

La distance devrait très directement nous permettre de connaître la géométrie de l'espace sur lequel elle s'applique. La géométrie est entendue ici comme la connaissance des positions et des relations réciproques des lieux et des objets dans l'espace géographique. Pour débiter cette question des relations entre distance et géométrie il est indispensable de repartir des propriétés mathématiques des distances.

La distance en mathématiques est une mesure de l'écart existant entre des éléments, qui respecte quatre propriétés fondamentales qui sont la positivité, la séparation, la symétrie et l'inégalité triangulaire. La positivité et la séparation sont clairement des propriétés toujours respectées par les distances du transport.

Ce n'est pas le cas de la symétrie. En effet, si l'on songe aux pentes du relief, aux sens uniques de circulation dans les villes, ou aux horaires des transports en commun, il est même plutôt exceptionnel que la symétrie soit respectée. Pour couvrir ces familles de relations spatiales, les mathématiciens ont introduit le concept de *quasi-métrique*²⁴¹. Il est possible de démontrer que ces structures mathématiques vérifient l'essentiel des théorèmes de la géométrie des espaces localement métriques²⁴².

Concernant l'inégalité triangulaire nous discuterons plus loin²⁴³ en profondeur de son observation ou non par les distances de la géographie. À ce stade du raisonnement, nous nous en tiendrons à la démonstration établie dans la thèse de doctorat²⁴⁴ selon laquelle toutes les distances de la géographie et des transports observent l'inégalité du triangle. Les distances du transport sont donc toutes des *quasi-métriques*.

En dehors du cadre de la métrique, plusieurs auteurs introduisent d'autres notions appauvries, aux propriétés moins étendues pour mieux mettre en relief les propriétés et qualités de la distance²⁴⁵. C'est le cas d'abord de l'*écart*, comme chez le mathématicien Fréchet, qui désigne une mesure générale que l'on ne caractérise ensuite comme une distance que si elle en respecte les quatre propriétés²⁴⁶. Cette distinction est reprise par de nombreux auteurs mathématiciens²⁴⁷ et géographes²⁴⁸. En géographie, Gatrell introduit la notion de relation dont il n'exige pas qu'elle possède les propriétés métriques de la distance²⁴⁹. Notons que ces deux approches partent de la théorie générale des ensembles entre les objets desquels les mesures sont ensuite réalisées.

Une fois le cadre des propriétés métriques établi, nous allons nous intéresser aux propriétés de la géométrie des espaces de la géographie. Nous débutons par la géométrie de l'espace urbain.

Lynch note combien les cartes mentales de la ville insistent sur la continuité de la représentation²⁵⁰. Et en même temps, les parcours pédestres dans la ville, s'ils peuvent se traduire par des narrations donc par des fils continus, sont marqués par deux phénomènes qui viennent déformer la représentation.

241 Huriot et Perreur, « Distances, espaces et représentations ».

242 E.M. Zautinsky, « Spaces with non-symmetric distance », *Memoirs of the American Mathematical Society*, n° 34 (1959): 1-91.

243 Dans la partie intitulée « La distance en débat » à partir de la page 85.

244 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide ».

245 Huriot, Smith, et Thisse, « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis ».

246 « Sur quelques points du calcul fonctionnel », *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo (1884-1940)* 22, n° 1 (1906): 1-72.

247 C. Flament, *Théorie des graphes et structures sociales* (Paris: Gauthier-Villars/Mouton, 1968), 39.

248 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide ».

249 *Distance and space*, 3.

250 *L'Image de la cité* (Paris: Dunod, 1971), 87.

Augoyard²⁵¹ les identifie comme les figures de style de la synecdoque – nommer une partie pour désigner le tout – et de l'asyndète – éliminer les mots de liaison, de conjonction et les adverbes dans la phrase – qui d'un côté exagèrent l'importance de certains lieux et de l'autre effacent des portions entières du trajet²⁵². L'espace devient un ensemble d'anomalies agrandies et d'îlots séparés : exagérations, omissions et fragmentations définissent une rhétorique, où les cheminements sont des phrases spatiales de nature anthropologique et elliptique²⁵³.

L'introduction des vitesses différenciées dans l'espace-temps du transport a provoqué des transformations et des ruptures dans les hiérarchies urbaines, comme l'a bien montré Janelle²⁵⁴ avec l'idée de la *convergence de l'espace-temps* qui favorise plus les longues distances entre villes lointaines donc les plus grandes villes, ce qui se traduit par une perturbation de la grille hexagonale classique du modèle de Christaller²⁵⁵.

Le taux de convergence, mesuré en minutes économisées par an, est plus élevé sur les longues distances, là où les moyens de transport rapides expriment tout leur potentiel. De ce fait les améliorations des moyens de transport profitent plus aux longues distances séparant les grandes villes qu'aux courtes distances. Si l'on se réfère à la théorie de Christaller, les grandes villes sont plus dispersées dans l'espace que les petites. Deux grandes villes voisines seront donc séparées par une distance plus importante que deux petites villes. La convergence d'espace-temps démontre le fait que la modernisation des systèmes de transport a plus profité aux grandes villes, selon une analyse cohérente avec la littérature sur la métropolisation.

	B	C	D	E	F
Distance de A vers... (en kilomètres)	10	20	30	40	50
Durée du trajet en minutes à 40 km/h en 1950	24	48	72	96	120
Durée du trajet en minutes à 80 km/h en 1970	12	24	36	48	60
Différence entre 1970 et 1950	12	24	36	48	60
Taux de convergence (minutes/an)	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0

Tableau 3. La convergence de l'espace-temps (Janelle 1968, 9)

Ces phénomènes spatiaux sont bien représentés par l'idée d'effet tunnel identifié par Plassard pour l'autoroute²⁵⁶ et le train à grande vitesse²⁵⁷.

Cette idée est plus généralement liée au phénomène de l'inversion spatiale que nous avons déjà présentée²⁵⁸. L'inversion spatiale provoque des ruptures dans l'ordre des proximités des lieux. Dans l'exemple donné par Bunge, prenons un point A situé entre le point d'indifférence et Seattle. Peut-on dire que A est situé entre Seattle et Washington ou bien doit-on dire que Seattle est situé entre A et Chicago ? La perturbation de l'ordre des proximités est une conséquence de l'introduction des modes de transport rapides. Nous avons pu montrer que l'ordre des proximités dans l'espace géographique est un enjeu crucial pour comprendre la production des distances par le système de transport²⁵⁹.

L'introduction du TGV dans l'ouest français a créé des perturbations

251 « Le Pas: approche de la vie quotidien

252 Certeau, « Practices of space », 136.

253 Ibid., 137.

254 « Central place development in a time-

255 Ollivro, *L'homme à toutes vitesses*; Ma (1905) ».

256 *Les Autoroutes et le développement ré*

257 François Plassard, « La Révolution T.G développement local (Paris: Syros/alter

258 Confère au paragraphe « Les distance

259 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'é transport rapide ».

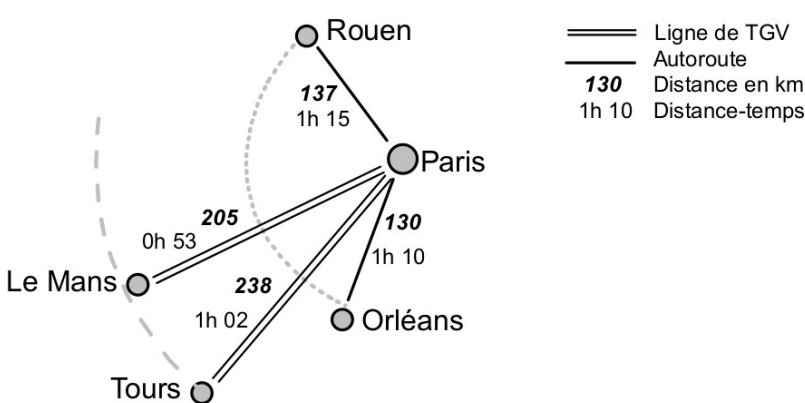


Illustration 35. Modification de l'ordre des proximités avec le TGV (L'Hostis

dans la géographie des villes. En distances kilométriques à vol d'oiseau, Rouen et Orléans sont presque deux fois plus proches de Paris que Le Mans et Tours, situées l'une et l'autre à plus de 200 kilomètres. Avec le TGV, dans l'espace-temps, la situation s'est inversée, car Le Mans et Tours sont sensiblement plus proches de Paris que Rouen et Orléans. C'est une géographie où l'*ordre des proximités* est différent selon que l'on considère les distances mesurées en kilomètres ou bien en durée de transport.

La géométrie de l'espace définie par les distances du transport est marquée par plusieurs caractères qui la rendent difficile à saisir. D'abord, il n'y a généralement pas de symétrie des distances géographiques. Ensuite, que ce soit au travers de l'expérience du piéton ou par le développement de l'effet tunnel des modes de transport rapides, la perception de l'espace vient exagérer certains lieux et effacer des pans entiers d'espaces intermédiaires. Enfin les modes de transport rapides, encore, vont, au travers du phénomène de l'inversion spatiale, modifier l'ordre des proximités des lieux dans l'espace. C'est donc une géométrie distordue, déformée, soulignant certains lieux et en effaçant d'autres, spécifiant, qualifiant et déqualifiant les espaces et les lieux, qui se dessine ici. Une fois ces caractères édictés, nous allons maintenant discuter des distances créées par les différents modes de transport qui coexistent dans les territoires actuels.

Les distances des modes de transport

Si l'on adopte une perspective historique, Kellerman nous dit que la marche est le mode de transport des besoins de base. Par opposition avec les besoins de base, le transport par animal ou par chariot était considéré, pour ceux qui y avaient accès, comme une chance et un devoir²⁶⁰. Il ne faut cependant pas négliger le fait que la marche n'est pas un simple mouvement naturel chez l'homme : elle comporte des dimensions sociales et culturelles que Mauss a soulignées²⁶¹.

Or les outils actuels de recueil de la mobilité sont peu adaptés pour enregistrer les mobilités piétonnes²⁶². Pour beaucoup de personnes interrogées, le trajet en marche à pied de leur domicile au commerce du coin de la rue n'apparaît pas comme un déplacement réel, pas aussi significatif qu'un déplacement de même motif, mais effectué avec un mode motorisé. Pourtant la mesure des flux pédestres dans les espaces publics rend compte d'une réalité massive : ainsi à New-York les trottoirs du quartier de Times Square voient-ils passer entre 2 000 et 9 000 piétons par heure sur une largeur de 2 à 4 mètres²⁶³. Et on estime que la marche à pied représente les deux tiers de l'ensemble de la mobilité à Manhattan²⁶⁴.

Dans l'histoire de France, les nouveaux découpages territoriaux introduits par la convention durant la période révolutionnaire ont obéi à des mesures des distances-temps et des modes de transport privilégiés : l'accès au chef-lieu de canton à pied, et l'accès à la préfecture à cheval, l'un et l'autre en moins d'une journée²⁶⁵. Ces principes liant organisation territoriale et modes de transport, restent d'actualité si l'on considère que dans le monde actuel il existe un mode de transport dominant pour chaque échelle géographique²⁶⁶.

Comme nous l'avons évoqué dans la partie précédente, chaque nouveau mode et chaque amélioration des modes de transport vient perturber les distances existantes. Dans sa critique de la

260 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 22.

261 Marcel Mauss et Ben Brewster, *Sociology and psychology: Essays* (Routledge & Kegan Paul London, 1979), <http://www.getcited.org/pub/101881820>.

262 On pense ici aux enquêtes de mobilité dont la méthode est calibrée pour enregistrer les déplacements motorisés, mais on peut aussi faire référence aux outils de mesure fine comme les podomètres et les technologies de positionnement satellitaire qui ne sont devenus pertinents pour analyser la marche que depuis quelques années.

263 Stéphane Tonnelat, « Keeping Space Public : Times Square (New York) and the Senegalese Peddlers », *Cybergeo : European Journal of Geography*, 2007, doi:10.4000/cybergeo.4792.

264 Rebecca Solnit, *Wanderlust: A History of Walking* (Penguin Group US, 2001), 188.

265 Marchand, « "Le temps modifie incessamment l'espace" (Elisée Reclus 1905) », 111.

266 Hoog, *The Dutch Metropolis* (Bussum: Uitgeverij Thoth, 2012), 13.

société contemporaine Illich illustre son propos en dénonçant les effets non désirables de la modernisation des transports²⁶⁷. Sa critique porte sur la vitesse des transports modernes vue comme synonyme d'efficacité, une obsession qu'il juge infondée. Pour Illich les voitures créent la distance et, en tant que « monopole radical », tendent à exclure les autres moyens de transport en « détruisant l'espace pour la marche et le vélo »²⁶⁸.

Pour effectuer un trajet, le choix d'un moyen de transport ou d'une combinaison de modes correspond à une optimisation. Dans l'espace-temps, si on se projette loin, on est prêt à accepter une durée longue de déplacement. Si on se déplace à courte distance on est moins enclin à accepter cela. Il semble qu'il existe une référence à une vitesse acceptable pour un déplacement qui explique en partie les choix modaux²⁶⁹. Ainsi le choix du mode est lié au choix de la portée du déplacement et donc au choix d'une vitesse de référence, et finalement d'une durée acceptable. Un déplacement lointain utilisera un mode plus rapide, mais sera aussi plus long qu'un déplacement de courte portée ; il y a là une relation entre vitesse, mode et durée passée, qui implique une référence à une vitesse acceptable pour le déplacement.

Cette idée correspond à un des grands enjeux de la conception des transports à accès limités dans l'espace, transport en commun ou autoroutes, qui consiste à établir un compromis entre deux tensions antagonistes : multiplier les arrêts pour augmenter le nombre de passagers pouvant accéder et pouvant contribuer au remplissage du système, et en réduire le nombre pour augmenter la vitesse et l'efficacité pour les voyageurs ayant accédé au système.

Les distances créées par les modes ou combinaisons modales sont des structures qui peuvent receler une certaine complexité. En effet certains modes sont basés sur un principe de continuité et établissent une relation relativement simple entre le nombre de kilomètres parcourus et la durée et le coût d'un même itinéraire ; c'est le cas de la marche à pied, du vélo ou, dans certaines conditions, de la voiture dont le caractère ubiquitaire de l'infrastructure a souvent été souligné²⁷⁰. Dans le cas de la route, trois facteurs peuvent cependant venir perturber une relation linéaire entre kilométrage et durée. D'abord le fait que le réseau routier soit fortement hiérarchisé en fonction notamment des vitesses des véhicules, ce qui entraîne des distorsions spatiales des trajets minimisant le temps, sur le principe de l'inversion spatiale que nous avons abordée. Les réseaux rapides viennent orienter les chemins minimaux, les écartent de la ligne droite et leur font connaître des vitesses différentes. Le profil en long de la vitesse se complexifiant, la relation entre kilomètres parcourus et durée devient moins simple ; plus le trajet est long, plus sa vitesse moyenne tend à augmenter jusqu'à converger vers un maximum. Ensuite la nécessité de la pause, sur de longs trajets, peut amener à distordre la relation simple d'une vitesse moyenne de circulation. Enfin le parcours de la recherche d'une place de stationnement, au départ ou bien à l'arrivée, et le temps qui lui est associé, représente un facteur supplémentaire de distorsion entre vitesse de déplacement et temps total.

De manière très différente, les autres modes mécanisés proposent des lieux d'accès en nombre limité, comme les points d'arrêts des transports en commun, les gares ferroviaires ou les aéroports. Lorsqu'ils sont mis en concurrence avec l'usage de la voiture, le choix de ces modes est dicté par des gains de temps ou de confort qui vont les rendre préférables. C'est particulièrement vrai des grandes vitesses, qu'elles soient aériennes ou ferroviaires²⁷¹. Dans ces situations, une portion centrale du trajet sera opérée avec une grande vitesse tandis que les deux sections initiales et terminales seront parcourues à des vitesses beaucoup plus faibles. La relation entre le kilométrage parcouru et le temps passé ou le coût en devient d'autant plus compliquée.

267 *Tools for conviviality*.

268 Ibid.

269 Marie-Odile Gascon et al., *Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements*, Rapports d'étude (CERTU, 2009), <http://lra.inist.fr/handle/2332/1469>.

270 Gabriel Dupuy, *La dépendance automobile: symptômes, analyses, diagnostic, traitements*, 1 vol., Villes (Paris), ISSN 1160-3690 (Paris, France: Anthropos : diff. Economica, 1999).

271 Sandra Bozzani-Franc, « Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des territoires : L'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement métropolitain » (Géographie et Aménagement, Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2006), <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00294581>.

Les distances *socialement significatives*²⁷² produites par les modes ou combinaisons de modes de transport, entendues comme l'ensemble des mesures significatives des écarts entre lieux en mètres ou kilomètres, en durée ou en coût, composent des jeux de données aux interrelations complexes, qui ne peuvent être résumées dans des formules simples les liant entre elles.

Pour illustrer ce caractère sur une situation concrète, nous nous intéressons au cas des distances routières du transport de fret. Les temps de pauses nécessaires à la conduite se traduisent dans la législation sociale du transport de marchandises par la route, par un ensemble de paramètres²⁷³. La législation a prévu une extension dans le cas où le conducteur, en fin de journée de conduite, se trouve à moins d'une heure de sa destination finale :

- Conduite 4h30, repos de 45 min, de nouveau conduite 4h30
- Si la destination est à moins d'une heure :
 - Repos de 45 min,
 - Conduite 1h maximum (« bonus »)
 - Repos journalier de 9h
- Sinon :
 - Repos journalier de 9h
- Conduite 4h30, repos de 45 min, conduite 4h30, etc.

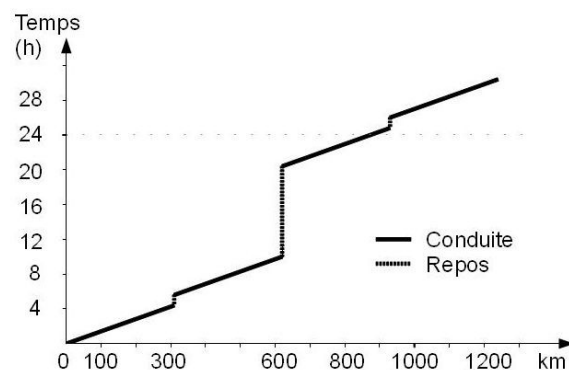


Illustration 36. Les kilomètres parcourus en fonction du temps pour un conducteur de camion en suivant la législation sociale (L'Hostis 2014)

La courbe à droite figure le kilométrage parcouru par

unité de temps. Si la relation liant les kilomètres à la durée était simple, la courbe serait une droite. Or celle-ci est croissante mais avec des discontinuités, des sauts qui correspondent aux pauses imposées par la réglementation. Pour analyser les distances-temps produites par ces règles de conduite, il a été nécessaire d'adapter les algorithmes de chemins minimaux employés dans l'outil MapNod²⁷⁴. Pour illustrer l'intérêt de ces mesures, la carte suivante montre l'étendue des hinterlands terrestres des ports européens, en fonction de la part du PIB atteignable en 6 heures de trajet de camion, incluant donc les pauses réglemen-

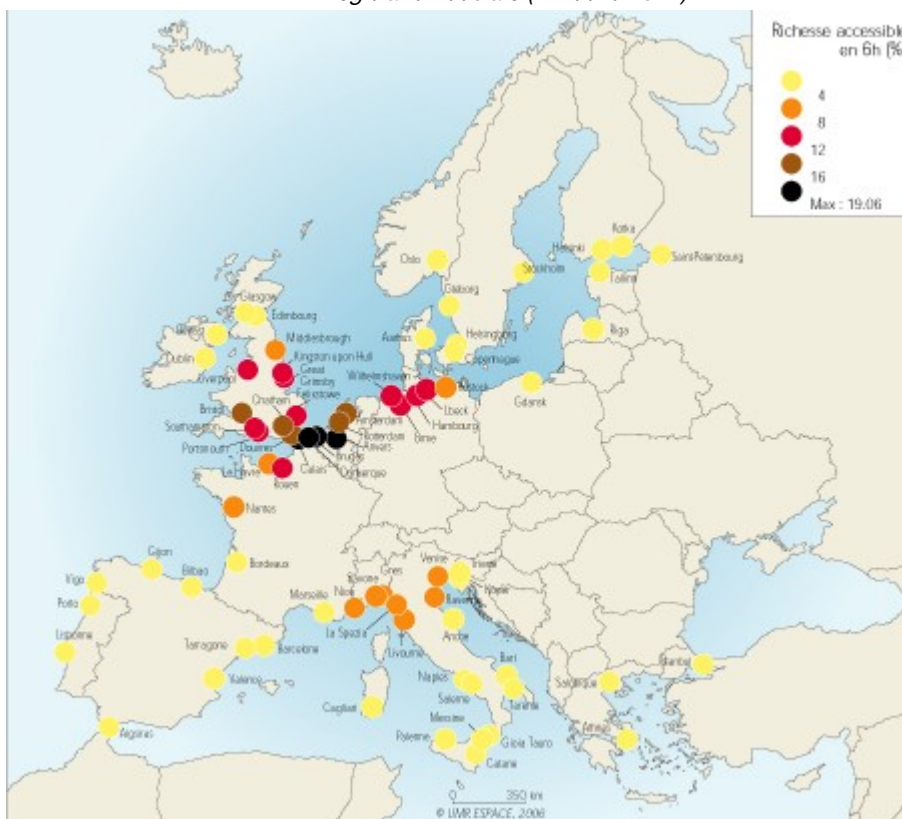


Illustration 37. Accessibilité terrestre des ports européens tenant compte de la législation sociale des temps de conduite (Chapelon 2006a)

272 Pumain, « Essai sur la distance et l'espace géographique », 47.

273 Laurent Chapelon, « L'accessibilité, marqueur des inégalités de rayonnement des villes portuaires en Europe », *Cybergeo : European Journal of Geography*, 2006, doi:10.4000/cybergeo.2463; Laurent Chapelon, « Politiques de transport et accessibilité: contribution à la conception de réseaux et de services de transport » (Thèse d'habilitation, Montpellier III, 2006).

274 Chapelon, « L'accessibilité, marqueur des inégalités de rayonnement des villes portuaires en Europe ».

taires. On notera que les grands ports belges sont très favorablement localisés, mais que le port de Dunkerque notamment, pourrait probablement tirer plus parti d'une grande performance en termes d'accessibilité.

Cet exemple d'une distance-temps rendue discontinue par l'obligation de pause de la législation sociale du transport routier illustre le caractère compliqué de la mesure des distances et des relations entre kilométrage, durée et donc aussi coût du transport. Les distances sont une réalité compliquée à appréhender. L'existence de plusieurs modes de transport et la nécessité de rupture de charge dans certains mouvements, sont autant de situations qui viennent perturber les relations que l'on pourrait croire simples entre longueur des trajets, temps de parcours et coût, qui constituent trois mesures significatives pour les distances.

Les spécificités des modes de transport génèrent des distances particulières comme on vient de le voir pour le transport de fret par la route. Concernant le transport de voyageurs, deux modèles co-existent entre la voiture théoriquement accessible à tout moment, et les transports collectifs, incluant l'avion, obéissant à un fonctionnement en horaires de déplacement. Ces deux modèles produisent des distances-temps très différentes comme le montre la figure ci-contre. Erlandsson propose de mesurer la distance-temps tout au long de la journée selon un itinéraire donné entre deux villes suédoises²⁷⁵. La distance-

temps produite par la voiture est constante autour d'environ 6 heures. Notons l'absence d'effet de la congestion qui pourrait intervenir sur les temps de transport par la route selon les périodes de la journée. Ce facteur a été négligé ici. Les autres modes présents sur cette relation interurbaine fonctionnent selon des horaires. Au moment du départ du train ou de l'avion, le temps de

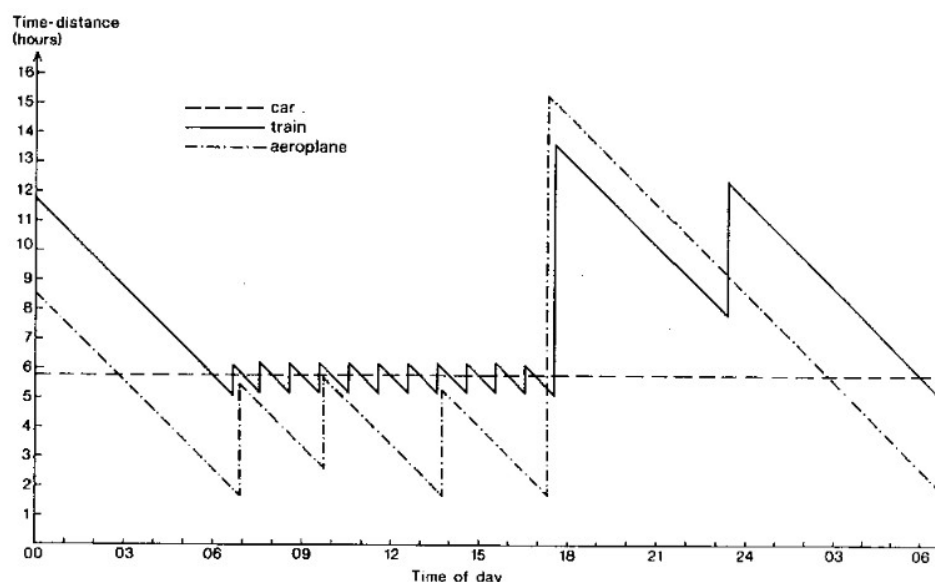


Illustration 38. Distance-temps par les différents modes de transport entre Växjö et Stockholm, de lundi à vendredi en septembre 1980 (Erlandsson 1982)

transport est celui passé dans le véhicule. A tous les autres moments de la journée, au temps de transport dans le véhicule s'ajoute un temps d'attente qui diminue régulièrement jusqu'à atteindre l'heure de départ du service de transport collectif. Ici la complexité de la distance-temps provient de trois facteurs : la présence de plusieurs modes de transport, la variation des distance-temps selon le moment de la journée, et le fait qu'il n'y a pas de réponse univoque à la question de savoir lequel des modes est le plus rapide. Chacune des trois possibilités modales peut, à différents moments de la journée ou de la nuit, prétendre au titre de la distance-temps la plus faible. L'avion est le plus rapide le jour. Puis le dernier train du soir devient un court moment l'option préférable. Tandis que la nuit, quand les transports à horaires ne sont plus fonctionnels, parce qu'ils ont besoin d'une demande massifiée pour fonctionner ou parce qu'ils sont empêchés de circuler à cause des nuisances qu'ils créent dans les zones urbaines, la voiture, pourtant plus lente, s'impose.

Cette représentation interurbaine des distances-temps a été aussi appliquée sur des liens intra-urbains : on retrouve le même niveau de complexité avec en plus, des chaînes intermodales²⁷⁶.

275 « What Is Time Distance? », *Area* 14, n° 2 (1982): 167-170.

276 Thomas Leysens, « Reconfiguration des réseaux de transport et renouveau urbain : l'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail » (Géographie et Aménagement, Lille 1, 2011), <http://www.theses.fr/15725562X>.

Le diagramme figure le temps de trajet vers une destination urbaine dans l'agglomération de Saint-Étienne selon une contrainte d'heure d'arrivée. Comme dans l'exemple suédois, deux modes sont confrontés : la voiture et les transports en commun. La voiture hors congestion est toujours la plus

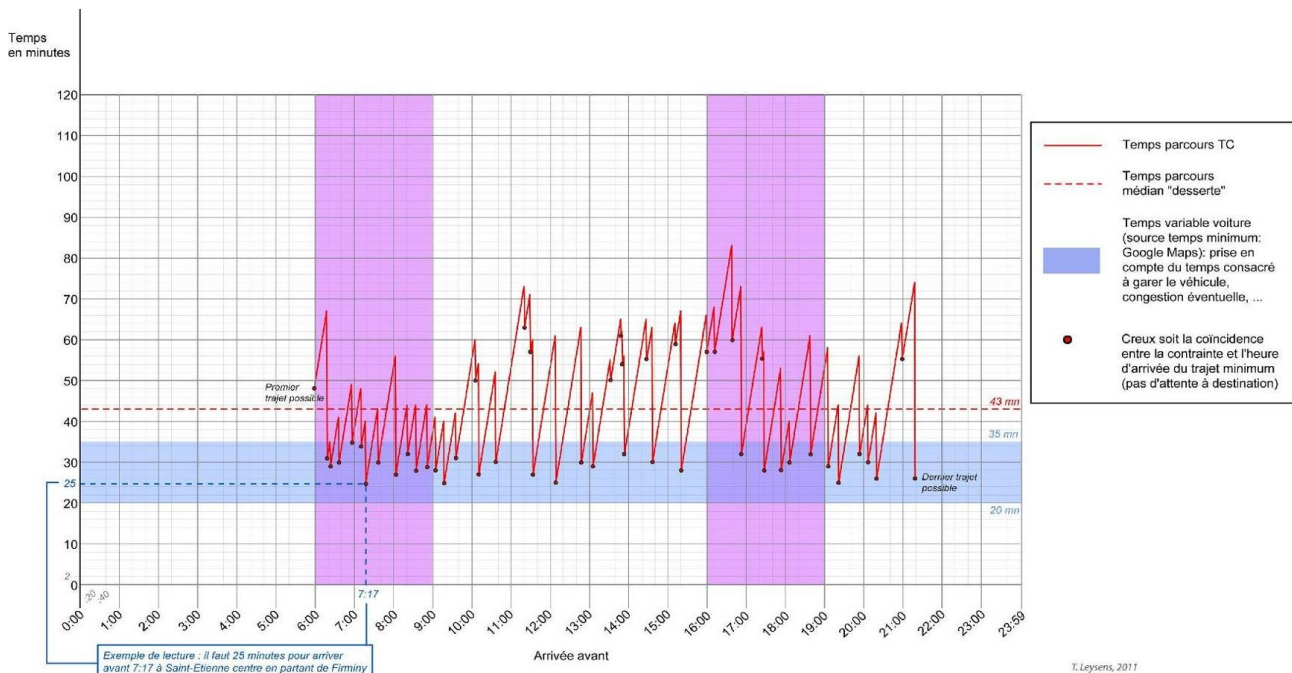


Illustration 39. Distance-temps de Firminy vers Saint-Étienne en transport collectifs, avec contrainte sur l'heure d'arrivée (Leysens 2011)

rapide, mais on voit que lors de l'arrivée du train et dans les périodes de pointe où la congestion routière intervient, le temps de parcours en transport en commun est compétitif avec le véhicule personnel. L'espace-temps sur cet itinéraire n'est pas simple à caractériser.

Transition : vers une définition de la distance

La distance que nous retenons à ce stade est une idée de l'éloignement entre les lieux géographiques. À cette idée correspondent plusieurs mesures possibles, en fonction du contexte, qui peuvent être combinées les unes avec les autres. La distance est le plus souvent une mesure en référence à un déplacement réalisé ou projeté ; elle renvoie alors à un itinéraire et à des moyens de transport ; nous l'appelons la distance du transport. Mais la distance est aussi parfois une mesure géométrique, abstraite, un écartement en ligne droite qui rend compte seulement de l'écart dans l'espace, et qui renvoie à la disposition relative des objets. Pour synthétiser, nous considérons ici que toute disposition d'objets dans l'espace génère des distances, et que tout itinéraire, tout déplacement, suppose une distance.

La distance du transport, qui est une de ces mesures, est une distance « de porte à porte » qui ne prend pas seulement en compte la portion principale d'un trajet mais bien l'ensemble de ses composantes incluant, dans le cas du déplacement des personnes, les cheminements piétons initiaux et terminaux.

Il s'agit d'un éloignement entre lieux qui peut emprunter des moyens de transport, mais qui peut aussi être une référence à un trajet imaginaire, ou encore à la perception d'un éloignement selon des composantes diverses, sociales, culturelles ou personnelles.

Dans notre approche, la distance renvoie à la fois aux dispositifs et aménagements qui permettent de la vaincre, et aux pratiques des individus qui les utilisent. Dans cette conception il existe des éléments objectifs ou objectivables comme les longueurs d'infrastructure, les durées de transport, les horaires,

et aussi des éléments subjectifs liés à la perception et aux représentations des individus dans leurs pratiques des distances. La distance est en partie objective et en partie subjective.

S'agissant du champ social, les concepts géométriques ne peuvent à eux seuls expliquer les comportements des individus. La perception de la distance est évidemment essentielle : suivant les situations et les individus, une même distance peut très bien être jugée courte ou longue²⁷⁷.

C'est pourquoi nous proposons de retenir la distinction classique en géographie des espaces vécus, perçus, représentés et aménagés²⁷⁸ et de l'appliquer aux distances. Les distances sont aménagées, mais aussi vécues, perçues et représentées tant par les habitants que par les aménageurs.

La distance n'est pas simple ; elle est compliquée car composée de plusieurs dimensions, formes, et unités de mesure et elle est objet de perception. Bien que compliquée, cette distance est un levier pour l'urbaniste et l'aménageur, un outil que l'un et l'autre peuvent mobiliser pour organiser, structurer les territoires et les villes.

La distance est une idée de l'espace entre lieux géographiques, et la mesure de celui-ci. La distance renvoie à un déplacement par les moyens de transport, effectué ou imaginé, mais elle peut aussi désigner un espacement abstrait, géométrique entre objets dans l'espace géographique. La distance du transport est mesurée de porte à porte. Les distances sont aménagées, elles sont un outil au service de l'action urbaine, mais elles sont aussi vécues, perçues et représentées.

Encart 5

277 Katarina Haugen, « The accessibility paradox : Everyday geographies of proximity, distance and mobility » (Human Geography, Umeå universitet, 2012), <http://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?searchId=1&pid=diva2:467428>.

278 Armand Frémont, « Recherches sur l'espace vécu », *Espace géographique* 3, n° 3 (1974): 231-238, doi:10.3406/spgeo.1974.1491; Guy Di Méo, « De l'espace subjectif à l'espace objectif : l'itinéraire du labyrinthe », *Espace géographique* 19, n° 4 (1990): 359-373, doi:10.3406/spgeo.1990.3020.

Distance et pourquoi pas...

Nous avons progressé dans la définition de la distance ; cependant de nombreux concepts sont candidats pour occuper la place centrale d'une approche aménagiste ou urbaniste visant à lier développement urbain et transport. Nous allons ici discuter des mérites d'un ensemble restreint de concepts qui auraient pu prendre la place de la distance dans notre démarche, et nous allons expliquer pourquoi ce choix n'a pas été réalisé. Nous examinons successivement les notions d'espace, de vitesse, de proximité et de mobilité.

Distance et pourquoi pas... espace ?

Dans une approche mathématique, la définition d'une distance, ou d'une fonction équivalente, va immédiatement définir un espace, en tant que structure au sein de laquelle la distance s'exprime²⁷⁹. Un ensemble d'objets adjoint d'une fonction de distance va créer un espace métrique. Pourquoi dès lors ne pas insister sur cette notion d'espace ?

Le débat sur le caractère absolu ou non de l'espace met entre autres en relief l'idée que l'espace de la géographie est créé par les relations, n'est créé que par les relations²⁸⁰. Selon cet argument, ce sont celles-ci qui acquièrent le rang d'objet d'études de l'analyse spatiale au détriment de l'espace lui-même.

En s'inscrivant dans les pas de Lefebvre, on pourrait aussi partir de l'espace comme premier élément à partir duquel et au sein duquel s'expriment les relations de distance²⁸¹. Or pour Lefebvre l'espace en lui-même n'a pas de statut de réalité scientifique, car il n'est pas détachable de sa perception par les individus. Développant les thèses de Lefebvre, Harvey introduit la notion de *compression de l'espace-temps* pour décrire le renforcement des relations de domination dans l'espace social²⁸². Il ne faut pas confondre cette idée avec celle de la *convergence de l'espace-temps*²⁸³ de Janelle qui elle admet l'espace-temps comme une réalité géographique observable indépendamment de sa perception²⁸⁴. L'espace est ici surtout un espace social, un espace perçu.

Pour Hall le principe important est la distance, pas l'espace lui-même²⁸⁵. L'espace est neutre ; c'est l'individu, pris dans son épaisseur culturelle, historique, personnelle, au travers de ses pratiques, qui donne un sens à l'espace. Chez Hall un même espace est perçu différemment par des individus appartenant à des cultures différentes, car leurs distances de référence sont différentes.

Dans cette discussion des conceptions de Lefebvre et Hall on voit bien comment les deux approches cherchent à mettre en avant les relations plutôt que les lieux de l'espace dont on conteste l'idée d'objet intangible, mesurable de manière univoque, absolue.

Placer la distance plutôt que l'espace au cœur de l'analyse, revient à mettre en avant les relations dans l'espace plutôt que l'espace comme contenant. Pour ce qui concerne l'urbanisme, la distance indique une approche plus signifiante, plus porteuse de sens.

279 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide ».

280 Gatrell, *Distance and space*, 4.

281 *La Production de l'espace*.

282 Harvey, *Géographie de la domination*.

283 Détaillée au paragraphe « Erreur : source de la référence non trouvée » page Erreur : source de la référence non trouvée.

284 « Central place development in a time-space framework ».

285 *La dimension cachée*.

Distance et pourquoi pas... vitesse ?

L'augmentation de la vitesse du transport est considérée comme étant une composante fondamentale de la modernité²⁸⁶. Virilio est un des penseurs qui a le plus mis en avant la vitesse comme trait essentiel de notre société²⁸⁷.

Bien qu'admise comme marqueur de la modernité, l'accélération de la vitesse des moyens de transport est déjà relatée au premier siècle avant notre ère par Pline l'Ancien au travers d'une remarque sur le développement de la toile de lin dans la confection des voiles des navires :

« Il y a une herbe qui **rapproche** l'Égypte de l'Italie, à tel point que Galérius et Calbillus, tous deux préfets d'Égypte, sont arrivés du détroit de Sicile à Alexandrie, le premier le septième jour, le second le sixième ; et que, l'été dernier, Valérius Marianus, sénateur prétorien, y est allé de Putéoles en neuf jours, avec un vent très faible ! Il y a une herbe qui en sept jours amène à Ostie de Gadès, située près des colonnes d'Hercule, en quatre jours de l'Espagne citérieure, en trois jours de la province Narbonnaise, en deux jours de l'Afrique ; traversée qu'a exécutée, même avec une brise très faible, C. Flavius, lieutenant du proconsul Vibius Crispus ! Audace de l'homme, pleine de perversité ! On sème quelque chose qui reçoive le vent et la tempête, et ce n'est pas assez d'être porté par les vagues seules²⁸⁸ ! ».

Pour Pline l'introduction de la toile de lin a « rapproché » les lieux. À partir de cette remarque sur l'évolution des techniques marines dans l'antiquité par Pline l'Ancien, Chabot dans un article sur la vitesse des navires anciens attribue pour sa part à l'introduction d'une nouvelle voile l'accélération des circulations maritimes en Méditerranée²⁸⁹. Cette voile appelée *supparum*, de forme triangulaire, située entre la vergue et le sommet du mat a été introduite à partir du premier siècle avant J.-C. Cette évolution du gréement que montre la mosaïque reproduite ci-contre, pourrait avoir une origine égyptienne²⁹⁰. Selon Chabot, l'introduction de cette voile, haut placée, a permis de capter des flux d'air plus rapides, et a permis d'augmenter la vitesse des navires. Chabot attribue à ce nouveau gréement, l'amélioration que Pline pensait due à l'usage du lin dans la toile des voiles. Certes les connaissances modernes revisitent les conceptions antiques, mais l'observation de l'accélération des vitesses reste posée et n'est pas mise en doute.



Illustration 40. La voile *supparum* accélératrice des navigations de la Méditerranée antique, Ulysse et les sirènes, mosaïque du 2ème siècle, musée du Bardo, Tunisie (Photo Giorces wikimedia commons)

On constate donc, comme Braudel²⁹¹, que la réduction des distances, ici dans la méditerranée antique, est perçue par les contemporains. La vitesse n'est pas un marqueur de notre seule

286 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 13.

287 Paul Virilio, *L'Espace critique* (Paris: Christian Bourgois, 1984); Paul Virilio, « Territoire, flux et inertie », in *Villes et transport, tome 1, séances 1 à 5*, Séminaire Villes et transport du Plan Urbain, Paris, mai 1991-juin 1994 (Paris: Plan urbain, 1994), 219-234.

288 Pline l'Ancien, *Histoire naturelle de Pline : avec la traduction en français. Tome 1*, trad. par Émile Littré (Firmin-Didot et Cie (Paris), 1877), chap. 19-3, <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2820810>. (C'est nous qui soulignons)

289 Georges Chabot, « La vitesse des navires anciens », *Annales de Géographie* 51, n° 288 (1942): 300, doi:10.3406/geo.1942.12093.

290 Ibid., 302.

291 *Civilisation matérielle, économie et capitalisme, Les Jeux de l'échange* (Paris: Armand Colin, 1979).

modernité d'aujourd'hui ; on est même fortement incliné à penser que l'accroissement de la vitesse est associé à la modernité à toutes les périodes de l'histoire.

Depuis toujours, la vitesse exerce une véritable fascination sur les hommes²⁹² ; la fascination étant souvent associée à l'effroi, la vitesse est décrite par Illich²⁹³ comme une obsession associée à une vaine recherche d'efficacité par les individus²⁹⁴. La dénonciation de cette fascination justifie des postures de défiance faisant écrire à certains géographes que « la vitesse fait violence au territoire »²⁹⁵. Kaufmann quant à lui, considère nécessaire de déconstruire l'idée selon laquelle l'augmentation de la vitesse de déplacement est associée à un sens plus élevé de la vie sociale²⁹⁶.

Au crédit de la vitesse on note que les principes généraux du calcul économique appliqué au transport, via la mesure de l'utilité et des gains de temps, établit une relation directe entre l'augmentation des vitesses et la création de la richesse²⁹⁷.

Les modes rapides effacent les espaces intermédiaires. Dans l'espace produit par ces modes, pour les géographes, l'aréolaire cède la place au ponctuel et au réticulaire²⁹⁸. Dans les termes de Nietzsche la vitesse des déplacements fait que « l'esprit et l'œil se sont accoutumés à voir et à juger partiellement et de manière imprécise, et chacun se retrouve tel le voyageur qui découvre un pays et son peuple depuis un wagon de chemin de fer »²⁹⁹.

Mais les modes rapides n'ont pas supprimé les modes lents qui continuent d'exister. Pour décrire l'espace géographique Ollivro, recourt à la notion de *rapidité différenciée*³⁰⁰. Les individus parcourent l'espace selon des vitesses très diversifiées ; leur territoire, l'espace qu'ils s'approprient, est un espace-temps à géométrie variable³⁰¹.

Si la *rapidité différenciée* a un effet positif en élargissant l'univers du possible, elle produit aussi des inégalités face à la vitesse. Des inégalités sociales et des inégalités territoriales.

La vitesse nous parle du transport tandis que la distance nous parle de l'écart entre les lieux, de l'écart que produisent les vitesses. La vitesse est ici un intermédiaire dans la construction de l'espace géographique pour lequel la distance est centrale.

Le rôle de la vitesse constitue un objet de débat au sujet du développement urbain actuel. Pour beaucoup d'urbanistes³⁰² l'augmentation des vitesses explique la forme de la ville d'aujourd'hui. Ainsi Wiel³⁰³ défend-il la thèse selon laquelle la réduction des vitesses pourrait refaire la ville défaite par

292 Émile Noel, *L'Espace et le temps aujourd'hui* (Paris: Seuil, 1983), 262.

293 *Tools for conviviality*.

294 L'accélération est vue comme le principe essentiel de notre époque que le sociologue Rosa appelle la modernité tardive et qu'il décrit comme une *société moderne accélérée* (« Social Acceleration: Ethical and Political Consequences of a Desynchronized High-Speed Society », *Constellations* 10, n° 1 (2003): 3-33.). Cependant Rosa fait très peu appel à la thématique de la mobilité, mais beaucoup plus au changement social attribué aux médias et aux télécommunications et aux changements dans le rapport au travail. Toutes ces évolutions de la vie moderne accélèrent le *rythme de la vie*. C'est la vitesse de l'existence des hommes beaucoup plus que la vitesse des déplacements de la mobilité qui structure son analyse ; Rosa se cantonne à soulever le paradoxe d'une accélération de la vitesse de déplacements qui ne se traduit pas par une augmentation du temps libre pour les individus (Ibid., 10.). On ne peut donc pas directement rattacher cette contribution à la thématique de la vitesse telle que l'entendent les géographes et les économistes.

295 Ollivro, *L'homme à toutes vitesses*, 38.

296 Vincent Kaufmann, « Re-thinking mobility », 2002, <http://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00439011/>.

297 Michel Leboeuf et Jean-François Paix, « Analyse économique de la vitesse sur les LGV », *Revue Générale des Chemins de fer*, n° 221 (2012): 7-17.

298 Jean-Jacques Bavoux et al., *Géographie des transports* (Paris: Armand Colin, 2005).

299 Nietzsche: *Human, All Too Human: A Book for Free Spirits*, trad. par Reginald John Hollingdale (Cambridge University Press, 1996), 132.

300 *L'homme à toutes vitesses*.

301 Bavoux et al., *Géographie des transports*.

302 Choay, « La mort de la ville et le règne de l'urbain »; Wachter, « La mobilité: un fait urbain total ».

303 *La Transition urbaine*.

l'automobile. S'en prendre à la vitesse revient à freiner les mobilités actuelles, pour susciter une densification ou une re-densification de l'espace urbain.

La thèse de l'augmentation univoque des vitesses³⁰⁴ que peut conforter une analyse historique comme celle de Bretagnolle³⁰⁵, se heurte d'ores et déjà à des limites énergétiques : depuis la fin des vols du supersonique Concorde, la vitesse maximale possible des déplacements s'est réduite³⁰⁶. Le refus de la vitesse est aussi devenu un concept des urbanistes comme le montrent les débats sur les mérites de la lenteur dans l'aménagement des villes et des territoires³⁰⁷. Ceci signifie que différentes options restent possibles quant aux vitesses futures de déplacement des hommes et des marchandises dans et entre les villes. L'augmentation continuera-t-elle ? Arrive-t-on à un palier ? Ou bien devons-nous nous faire à une réduction de celle-ci concomitante de l'augmentation du coût de l'énergie ?

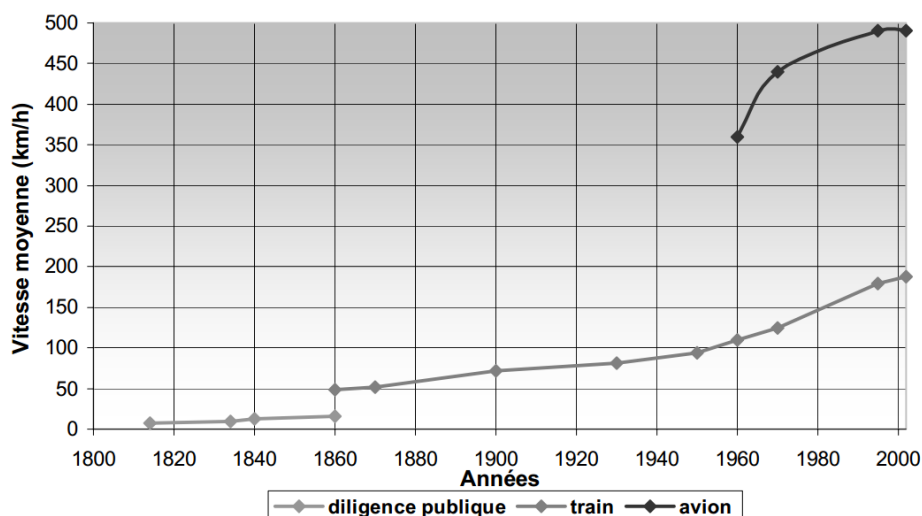


Illustration 41. L'évolution des vitesses moyennes des modes de transport depuis 1800 (Bretagnolle 2009, 118)

Sur le versant des distances on pourrait penser que l'augmentation des vitesses est un facteur univoque de réduction de la durabilité par le recours à des ressources fossiles plus grandes. À l'inverse de cette thèse Leboeuf et Paix montrent, à partir du bilan carbone de la ligne à grande vitesse Rhin-Rhône³⁰⁸, que le doublement des vitesses de circulation ferroviaire sur cet axe, de 160 km/h à 320 km/h aurait un effet positif par le report modal de trajets fortement émetteurs de CO₂³⁰⁹. La vitesse n'est pas ici le critère déterminant ; ce qui compte c'est d'améliorer la performance de modes relativement faibles émetteurs de CO₂ par rapport aux modes fonctionnant de manière primaire au pétrole et à ses dérivés. De cette manière il est possible de réduire les distances par l'augmentation des vitesses, tout en limitant les émissions de carbone.

La question de la mesure de la vitesse recèle une véritable difficulté³¹⁰. Comment produire une juste mesure de la vitesse permise par les moyens de transport ? La vitesse maximale, ou vitesse de pointe, constitue un repère théorique, mais qui est souvent évoqué comme référence par les voyageurs et les opérateurs (« le TGV roule à 300 km/h »). La vitesse commerciale est utilisée par les opérateurs de transport pour désigner une vitesse moyenne sur un itinéraire entre le moment du départ et le moment de l'arrivée du véhicule. La vitesse effective qui renvoie au point de vue du

304 Ollivro, *L'homme à toutes vitesses*.

305 « Villes et réseaux de transport : des interactions dans la longue durée (France, Europe, États-Unis) », 2009, 118, <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00459720/fr/>.

306 Richard D. Knowles, « Transport shaping space: differential collapse in time-space », *Journal of Transport Geography* 14, n° 6 (2006): 407-425, doi:10.1016/j.jtrangeo.2006.07.001.

307 H. Mayer et P.L. Knox, « Slow cities: sustainable places in a fast world », *Journal of Urban Affairs* 28, n° 4 (2006): 321-334.

308 Antoine Hantz et Emmanuel Clochet, « Innovation environnementale: réalisation du premier Bilan Carbone® ferroviaire global », *Revue générale des chemins de fer*, n° 210 (2011): 138-43.

309 Leboeuf et Paix, « Analyse économique de la vitesse sur les LGV ».

310 Bavoux et al., *Géographie des transports*.

voyageur peut être définie comme la vitesse moyenne d'un déplacement complet incluant les pré- et post-acheminements, c'est-à-dire un cheminement de porte à porte.

Sur l'exemple fourni ci-contre, les vitesses observées pour des liaisons aériennes depuis l'aéroport de John-Fitzgerald-Kennedy à New-York présentent une grande variation³¹¹. Les durées sont celles affichées par les opérateurs de transport aérien entre les horaires de décollage et d'atterrissage et les durées sont considérées à vol d'oiseau entre aéroports. Entre des longs courriers dont la vitesse approche la vitesse de croisière des avions et des relations de courte distance, à l'échelle du mode aérien, qui affichent des vitesses deux fois moins rapides on constate la difficulté à fixer une vitesse pour ce mode transport. Cette difficulté à mesurer la vitesse se retrouve dans la difficulté à étendre le modèle des cartes en relief d'espace-temps au mode aérien. Le modèle de la carte froissée développé dans la thèse en 1997 a été Initialement pensé pour décrire les modes de transport terrestres ; il a fallu du temps pour envisager la possibilité de son extension aux déplacements aériens³¹².

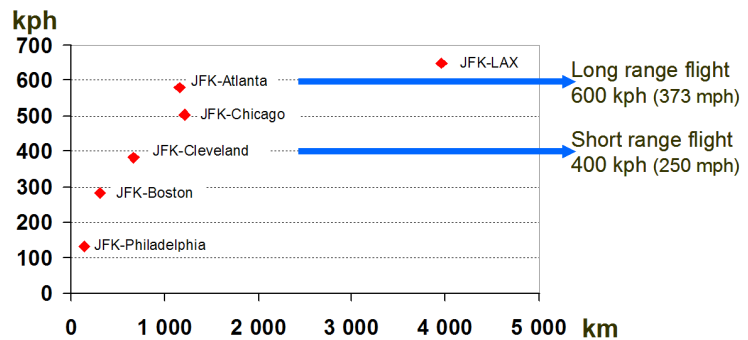


Illustration 42. La variation de la vitesse d'un ensemble de liaisons aériennes depuis l'aéroport JFK à New-York (L'Hostis 2009)

Si on se replace dans le temps long de l'histoire humaine, on doit considérer que la vitesse de référence pour les hommes est d'abord celle de la marche à pied. Seuls les deux derniers siècles ont réellement rompu avec cette contrainte essentielle des activités humaines³¹³. Pour autant il me semble injuste³¹⁴ de qualifier la période précédente de « lenteur homogène » comme le fait Ollivro³¹⁵.

Pour pouvoir être comprises pleinement, les vitesses actuelles doivent donc se rapporter à la vitesse de référence de l'homme. La marche à pied reste un mode essentiel pour comprendre la mobilité et la distance géographique, car elle intervient à un moment ou à un autre dans tous les déplacements des individus compris comme des chaînes inter-modales complètes de porte à porte. Ainsi l'automobiliste accède-t-il à sa destination finale après avoir laissé son véhicule sur une place de stationnement, et l'utilisateur des transports en commun sait combien la réussite de son parcours dépend de sa capacité à relier le point d'arrêt et son domicile, ou à se déplacer par ses propres moyens à l'intérieur des pôles d'échange.

L'argument anthropologique est doublé par un argument pratique, associant les deux sens de l'accessibilité, pour conférer à la marche à pied la fonction d'étalon de la mesure de l'espace-temps.

Dernier élément dans cette discussion sur les mérites respectifs des notions de vitesse et de distance, le sociologue Donzelot a proposé une des grilles de lecture les plus stimulantes de l'évolution de la ville contemporaine avec l'idée d'une *ville à trois vitesses*³¹⁶. Sans épuiser la totalité des dynamiques urbaines, les trois espaces qu'il identifie de la gentrification, de la périurbanisation et de la relégation caractérisent les trois tendances les plus puissantes à l'œuvre aujourd'hui dans la ville. Or l'analyse du texte révèle que le terme de vitesse, avec trois occurrences, n'intervient

311 Alain L'Hostis, « The shrivelled USA: representing time-space in the context of metropolitanization and the development of high-speed transport », *Journal of Transport Geography* 17, n° 6 (2009): 433-439, doi:10.1016/j.jtrangeo.2009.04.005.

312 Il aura fallu plus de quinze ans, entre 1993 et 2009. La démarche est détaillée plus bas à la fin de la partie intitulée « Les distances de l'espace ratatiné : une nouvelle géographie des transports rapides », à partir de la page 129.

313 Bavoux et al., *Géographie des transports*.

314 L'argument est explicité dans la partie intitulée « La distance prend plusieurs formes : l'importance du réseau », page 53.

315 Ollivro, *L'homme à toutes vitesses*.

316 « La Ville à trois vitesses ».

pratiquement jamais au-delà du titre. A contrario, le terme de distance apparaît dix-sept fois pour caractériser les espaces urbains eux-mêmes, notamment celui de la relégation, ainsi que pour décrire les situations relatives des espaces urbains les uns avec les autres. C'est la distance, ce sont les distances, qui traduisent les espaces et les dynamiques urbaines que décrit Donzelot, à tel point que l'on pourrait proposer de rebaptiser sa thèse sous le titre de *ville aux trois distances*.

Selon cette analyse, la vitesse permet de traiter la question du progrès technologique et de la performance du transport, tandis que la réflexion sur la distance permet d'aborder les problématiques de la géographie, des transports, de l'urbanisme. Ceci explique qu'on mette ici en avant la seconde plutôt que la première.

Distance et pourquoi pas... proximité ?

Le concept de proximité traverse une grande partie du champ des sciences humaines d'aujourd'hui. Les économistes se sont récemment approprié la notion de proximité, mais auparavant les sociologues ont largement mis en avant la notion comme l'atteste la volonté de Hall, dans les années 1960, de fonder une nouvelle science appelée proxémie³¹⁷. Notons aussi dans le domaine de la sociologie des organisations l'opposition entre le *distal* qui décrit des entités discrètes et circonscrites et le *proximal* qui privilégie le continu et le flou pour définir les organisations³¹⁸. L'approche distale conçoit les systèmes comme des ensembles finis et établis de relations, alors que l'approche proximale voit les relations prises dans des processus continus, toujours en train de se construire, et admet que les organisations peuvent accéder au changement³¹⁹.

Aujourd'hui le domaine de diffusion de cette notion est très large, à tel point que l'action publique actuelle est profondément imprégnée de cette idée³²⁰. Une action publique dite de proximité consiste à mettre l'accent sur des solutions locales (famille, communauté, association, quartier) souvent axées sur les services³²¹ dans lesquelles les individus sont en prise directe les uns avec les autres, plutôt que sur des approches globalisantes, sociétales et fonctionnalistes³²². Cette évolution ne manque pas de susciter des interrogations et des critiques³²³ notamment parce qu'elle est vue comme porteuse d'une remise en cause de l'héritage de l'État providence. La proximité est une question centrale de l'urbanisme³²⁴, mais on verra qu'elle comporte aussi des insuffisances.

En économie spatiale les travaux sur la *proximité*, appelée aussi *nouvelle économie géographique*, mettent l'accent sur ce qui rapproche les agents économiques, comme si le terme de distance focalisait trop sur l'éloignement entre les choses³²⁵. Ce champ de travaux vise à comprendre les

317 Hall, *La dimension cachée*.

318 Robert Cooper et John Law, « Organization: Distal and proximal views », *Research in the Sociology of Organizations* 13 (1995): 237-74.

319 Kevin Hetherington, « Whither the world? Presence, absence and the globe », in *Mobilizing Place, Placing Mobility: The Politics of Representation in a Globalized World*, par Ginette Verstraete et Tim Cresswell, vol. 9, 2003, 173-88, <http://www.ingentaconnect.com/content/rodopi/tham/2003/00000009/00000001/art00011>.

320 Philippe Genestier, « Némésis et Nicodème: Quand les instances de proximité deviennent les figures du salut », *Annales de la recherche urbaine*, 2001, 22-33.

321 René Péron, « Le près et le proche », *Annales de la Recherche urbaine*, 2001, 46-57.

322 Genestier, « Némésis et Nicodème ».

323 Christian Le Bart, « La proximité selon Raffarin », *Mots. Les langages du politique*, n° 77 (2005): 13-28, doi:10.4000/mots.94.

324 Allain, « Ville et proximité. Le point de vue d'un géographe-urbaniste ».

325 Gilles Duranton et Diego Puga, « Micro-foundations of urban agglomeration economies », *Handbook of regional and urban economics* 4 (2004): 2063-2117; Gianmarco I. P. Ottaviano et Diego Puga, « Agglomeration in the Global Economy: A Survey of the 'New Economic Geography' », *World Economy* 21, n° 6 (1998): 707-31, doi:10.1111/1467-9701.00160; Masahisa Fujita, Paul R. Krugman, et Anthony J. Venables, *The spatial economy: cities, regions and international trade*, vol. 213 (Wiley Online Library, 1999), 4, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-9787.00190/abstract>.

raisons de l'agglomération et de la dés-agglomération. Notons que les géographes avaient déjà analysé le renouveau des forces de l'agglomération avec les travaux pionniers de Gottmann³²⁶.

Ce sont largement les bénéfices de la proximité, telle qu'elle est produite dans les agglomérations, qui peuvent expliquer la géographie économique actuelle. Certaines activités économiques peuvent se passer de cette proximité, et connaissent des forces de déconcentration, tandis que d'autres activités profitent des diverses formes de proximité présentes dans les agglomérations. Dit autrement, les équilibres actuels dans les localisations des activités économiques résultent d'un jeu de forces antagonistes, centrifuges et centripètes. C'est le besoin de proximité qui crée la force expliquant l'agglomération, et c'est à ce titre que les économistes emploient le terme plutôt que celui de distance qui est trop neutre, car il intervient dans des forces trop diverses pour fournir une valeur explicative.

Nous situant à l'intersection de l'économie et de la géographie, il n'est pas anodin de noter qu'au sein de l'économie de la proximité il existe un débat sur l'usage du terme de *proximité géographique*. Tandis que certains économistes refusent de l'employer en privilégiant le vocable de *proximité spatiale*³²⁷, d'autres auteurs l'utilisent comme un concept s'opposant à une proximité organisationnelle qui serait, elle, « non géographique »³²⁸. Le fait de qualifier de géographique une proximité en réalité simplement spatiale, par opposition à une proximité organisationnelle, consiste à cantonner la géographie à la spatialité. Or la géographie, notamment si l'on pense à la géographie culturelle et plus généralement à la géographie humaine, ne peut être considérée comme sourde aux thèses des autres sciences sociales et en particulier de la sociologie qui explore les relations entre individus qu'elles soient spatiales ou non spatiales. La géographie a intégré ces apports depuis longtemps. Dès lors, au terme de proximité géographique, je préfère celui de proximité spatiale. Cette discussion illustre le besoin de qualifier la proximité, de lui adjoindre un adjectif. Or ce besoin montre le caractère polysémique de la proximité, qui est au moins aussi marqué que celui du concept de distance. Il n'y a pas, en la matière, d'avantage marqué de la proximité sur la distance.

Le questionnement de l'économiste est de comprendre le pourquoi de la localisation de l'activité économique pour identifier un levier de développement. L'urbaniste et l'aménageur peuvent eux vouloir augmenter la distance entre les fonctions et pas seulement créer de la proximité : ils peuvent souhaiter couvrir un territoire avec une fonction urbaine par exemple ; ils peuvent vouloir favoriser un éloignement propice à l'épanouissement, ou un éloignement permettant que les émissions de tous types d'une activité économique ne se transforment en nuisance de voisinage.

Cette idée est manifeste dans la réflexion proposée par le géographe et urbaniste Allain sur la proximité et la ville³²⁹. Pour l'auteur, en effet, la proximité, principe essentiel de la pensée urbanistique, focalise l'attention sur les distances proches, au risque d'oublier que l'inscription urbaine de nos contemporains est, par le moyen de la mobilité, pour l'essentiel une maîtrise d'un ensemble de distances, certaines proches, d'autres lointaines. On trouve ici un argument de la limite de l'usage de la proximité en urbanisme qui est de mettre en arrière-plan les écartements, les espacements, pourtant tout aussi essentiels dans la construction de la ville. Les termes du débat dans le domaine de la géographie et de l'urbanisme nous éloignent nettement de ceux ayant cours dans la sociologie des organisations opposant le distal et le proximal. L'identification de la distance comme objet d'études n'est pas une manière de choisir le camp des approches distales, analytiques, par opposition avec des analyses proximales, plus sensibles ; il s'agit pour nous au contraire d'établir à un domaine d'analyse plus vaste, permettant d'englober le proche et le lointain.

Particulièrement dans la relation ville/transport, l'urbaniste peut chercher à tirer parti d'un espacement pour disposer les fonctions urbaines, pour organiser les densités. Donc la proximité n'est pas la seule

326 *Urban centrality and the interweaving of quaternary activities*.

327 Olivier Bouba-Olga et Michel Grossetti, « Socio-économie de proximité », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 3 (2008): 6.

328 Alain Rallet et A. Torre, « Proximité et localisation », *Economie rurale* 280, n° 1 (2004): 27.

329 Allain, « Ville et proximité. Le point de vue d'un géographe-urbaniste ».

force à l'œuvre, le seul levier qu'il peut souhaiter activer. L'urbanisme a besoin d'une dialectique associant proximité et éloignement ; celle-ci est restituée par la distance car celle-ci peut être proche ou lointaine. Jouer de la proximité et de l'éloignement : c'est donc la distance, en ce qu'elle permet d'organiser le proche et le lointain qui nous semble le concept privilégié de l'urbaniste.

Distance et pourquoi pas... mobilité ?

La mobilité, sous toutes ses formes, est devenue un nouveau paradigme dans les sciences sociales actuelles³³⁰. La mobilité permet de donner du sens à de nombreux phénomènes sociaux. Au-delà de son simple accroissement quantitatif, la mobilité ferait évoluer la nature même de nos sociétés. Dès lors il est tentant d'ériger la mobilité comme principe central d'un urbanisme contemporain en ce qu'il a pour charge d'organiser le fixe et le mobile.

Les travaux sur la ville associent souvent celle-ci à la mobilité, d'abord comme facteur explicatif puis comme possible levier de régulation³³¹.

Or, comme le note Grillet-Aubert, les mesures de la mobilité quotidienne atténuent l'impression d'instabilité que restitue la description des pratiques spatiales³³². La conjecture de Zahavi, stipulant que malgré l'évolution profonde des comportements, les budgets-temps quotidiens consacrés aux déplacements restent globalement constants au cours du temps³³³, peut être vue comme un indicateur de la prégnance des distances dans l'observation des comportements de mobilité. Zahavi a émis cette hypothèse à partir de l'observation de l'existence de budgets consacrés par les ménages et les individus à leur mobilité quotidienne, tant dans les villes de pays développés que dans les villes en développement, suggérant une forme d'universalité. Il s'agit bien à l'origine d'une analyse de la mobilité sous un angle économique, selon une approche connue sous le nom de *socio-économie des transports*. Cette contrainte mise en évidence par Zahavi est une distance-temps structurante des comportements. La concevoir comme une distance plutôt que comme un budget, donc en termes plus géographiques qu'économiques, permet de la relier au travail de Hall³³⁴ visant à expliquer les comportements humains par des distances. La distance permet d'opérer un rapprochement entre ces deux contributions fondamentales.

Un des débats de fond actuels consiste à questionner la solidité de la mobilité en tant que valeur fondamentale de nos sociétés³³⁵. Dans le champ de la sociologie, comme le pose Putnam il est « bon de discuter car cela réduit la *privatisation*, cela enrichit un capital social hautement désirable et cela promeut l'activité économique, d'une manière auto-entretenu et mutuelle »³³⁶. Dans ces conditions « une bonne société cherchera à minimiser l'immobilité subie (tout autant que les multiples formes de mobilité subie) et à maximiser les conditions de la coprésence »³³⁷. Cependant, tout ceci dépend des conditions de l'inscription spatiale de la dite société, et l'évocation d'un droit à la mobilité se heurte aux limites des systèmes de transport et à leurs impacts sociétaux, économique et environnementaux. Cette discussion renvoie à la légitimité à imposer de telles limites (quels

330 Urry, « Mobility and proximity »; Urry, *Mobilities*.

331 Marc Wiel, *Ville et mobilité : un couple infernal ?* (Editions de l'Aube, 2005); Georges Amar, *Mobilités urbaines: éloge de la diversité et devoir d'invention* (La Tour d'Aigues: Editions de l'Aube, 2004); Yves Crozet, Jean-Pierre Orfeuill, et Marie-Hélène Massot, « Mobilité urbaine : cinq scénarios pour un débat », 2001, http://hal.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=9ch44577b81ec6gq2hqfra6722&view_this_doc=halshs-00180275&version=1; Marie-Hélène Massot et Jean-Pierre Orfeuill, « La Mobilité, une alternative à la densification du centre », *Annales de la Recherche Urbaine* 67, n° 22-31 (1995).

332 « La Recherche sur les transports: questions posées à l'architecture », 117.

333 *Travel characteristics in cities of developing and developed countries*.

334 *La dimension cachée*.

335 Sandrine Wenglenski, « Il court, il court, le salarié », *Revue Projet* 314, n° 1 (23 janvier 2010): 43-51, doi:10.3917/pro.314.0043.

336 Putnam, *Bowling alone*.

337 Urry, « Mobility and proximity », 13.

déplacements sont justifiés, lesquels ne le sont pas ?), et à l'existence d'inégalités dans l'accès à la mobilité³³⁸.

La mobilité est vue comme une valeur positive, mais elle est aussi parfois subie³³⁹, aboutissant à ce que Giddens appelle la distanciation c'est-à-dire l'étirement des systèmes sociaux dans l'espace-temps³⁴⁰. Dans la pensée urbaine, le flux est vu par certains comme un destructeur d'urbanité, par le divorce croissant entre ligne de flux et noyaux urbains³⁴¹. Pour l'urbaniste, la mobilité est donc une valeur tout sauf univoque.

La mobilité caractérise les mouvements des individus et des groupes sociaux dans la ville ; cette mobilité est rendue possible par les moyens de transport. La mobilité, en tant que valeur, est porteuse d'aspects très positifs pour le développement du capital social par exemple, mais son intensité est aussi une source de nombreux problèmes urbains. Il y a là une ambivalence de même nature que celle que nous avons soulignée au sujet de la vitesse.

Comme nous l'avons vu plus haut, la distance possède de nombreuses unités de mesure, confronte le réseau de transport et l'abstraction de l'éloignement. Elle englobe donc un ensemble de paramètres significatifs pour la compréhension des choix de mobilité, comme le choix du mode de transport ou le choix d'un itinéraire. Nous estimons donc qu'il est largement possible de discuter de mobilité, de ses caractéristiques, de son inscription spatiale, mais aussi de ses tenants et aboutissants en étudiant les distances de la mobilité.

La distance, donc

L'examen mené dans cette partie montre que la distance résiste plutôt bien à la mise en concurrence avec des notions voisines. L'espace, parce qu'il est trop neutre et pas aussi proche des usages que ne l'est la distance ne nous convient pas. La vitesse met l'accent sur la performance du transport et ne couvre pas un spectre de problématiques aussi large que ne le fait la distance qui englobe tous les déplacements, qu'ils soient effectifs ou simplement projetés. La proximité désigne les distances proches. Or nous voulons aussi toucher les distances lointaines, embrasser proximité et éloignement ; de ce point de vue la distance est plus adaptée pour notre propos. La mobilité est un paradigme sociétal, une référence au mouvement. À l'instar de la vitesse, la mobilité porte le débat sur la ville qui bouge et met dans l'ombre les écartements entre les objets fixes. De plus, les éléments de mesure de la distance couvrent un ensemble de paramètres clés pour comprendre les comportements de mobilité. La distance apporte en plus de la référence au mouvement, les représentations spatiales des voyageurs et des urbanistes. L'examen opéré dans cette section valide donc le choix que nous avons fait d'une étude de la distance dans le cadre d'une réflexion sur l'urbanisme et l'aménagement.

La distance fournit des indications sur l'usage de l'espace. Elle traite du proche et du lointain. Elle permet de discuter de ce qui est mobile et de ce qui est immobile dans la ville et le territoire.

Encart 6

338 Sylvie Fol et Caroline Gallez, « Mobilité, accessibilité et équité : pour un renouvellement de l'analyse des inégalités sociales d'accès à la ville », in *Actes*, 2013, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00780292>; Matias Garreton, « Inégalités de mobilité dans le Grand Santiago et la Région Ile-de-France. Politiques de logement, des transports et gouvernance métropolitaine. » (Géographie et Aménagement, Paris Est, 2013), <http://www.theses.fr/s87382>.

339 Urry, « Mobility and proximity »; Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 60.

340 *The Consequences of Modernity*.

341 Samuel Bordreuil, « Urbaniser le mouvement? Flux et interactions », in *Mobilité et écologie urbaine*, éd. par Alain Bourdin (Descartes & Cie, 2007), 129.

La distance dans les sciences humaines et sociales

Nous allons ici situer la place du concept de distance dans les sciences humaines et sociales. Dans cet exercice nous couvrons la géographie, l'économie, la psychologie et la sociologie, en tant que principaux gisements de savoirs académiques mobilisés par les spécialistes de l'urbanisme, de l'aménagement et des transports. Ces disciplines n'épuisent pas tous les corpus dont les urbanistes peuvent avoir besoin. Ici on peut mentionner, dans le domaine des sciences humaines et sociales, l'histoire et, hors de ce champ, la physique et les mathématiques.

Concernant l'histoire, mentionnons simplement que la communauté des historiens des transports est porteuse d'une dynamique propre³⁴². Les approches historiques nous apportent des éléments sur l'évolution, c'est-à-dire essentiellement la croissance, du transport, au travers notamment du courant de l'économétrie historique³⁴³. Cette croissance passe par une augmentation des mouvements et par une diminution de la friction de la distance. Kaufmann note cependant que la recherche historique pourrait éclairer plus les débats actuels et notamment l'hypothèse souvent trop rapidement admise que les mobilités ont crû à l'échelle historique³⁴⁴.

Concernant la physique, il est manifeste que de nombreuses réflexions et développement des sciences sociales doivent beaucoup aux analogies de la physique. La plus éminente de ces analogies est la *loi gravitaire* que l'on comprend aujourd'hui dans un cadre plus large des interactions spatiales (théorisées par Tobler³⁴⁵, voir aussi Haynes et Fotheringham³⁴⁶), mais qui s'appuie explicitement sur une analogie avec les forces d'attraction entre corps massifs, traitées par la mécanique, branche de la physique. Notons que, dans l'histoire des sciences, le concept de distance a profondément évolué entre les conceptions inspirées de l'espace absolu de la pensée cartésienne et les conceptions relatives issues de la physique d'Einstein. S'agissant de la distance dans la physique actuelle on notera simplement, comme Lévy, que les quatre interactions de la physique standard³⁴⁷ définissent chacune un principe de distance³⁴⁸. La distance est donc aussi un concept essentiel en physique ; cependant nous ne couvrirons pas ici la totalité des conceptions de la distance en physique, ce qui excéderait le champ de ce travail, nous contentant quand c'est nécessaire d'évoquer les phénomènes physiques auxquels les modèles développés en sciences sociales font référence.

Dans un même esprit, le présent travail ne peut prétendre couvrir l'ensemble des utilisations de la distance dans le domaine des mathématiques. Un précédent travail lors de ma thèse avait amené à une classification des espaces mathématiques et de leur rapport à la métrique, autre nom que les mathématiciens donnent à la distance³⁴⁹, ainsi que la description des différentes formes mathématiques de la distance³⁵⁰. J'ai choisi de ne pas développer ici plus profondément les réflexions

342 John Armstrong, « Transport History, 1945-95 : The Rise of a Topic to Maturity », *Journal of Transport History* 19, n° 2 (1998): 103-121.

343 Ibid., 106.

344 « On transport history and contemporary social theory », *Journal of Transport History* 28, n° 2 (2007): 303.

345 *Spatial interaction patterns* (IIASA, 1975), <http://www.iiasa.ac.at/Publications/Documents/RR-75-019.pdf>.

346 *Gravity and spatial interaction models*, vol. 2 (Sage publications Beverly Hills, 1984), <http://www.web.pdx.edu/~stipakb/download/PA557/ReadingsPA557sec1-2.pdf>.

347 La physique standard est basée sur l'identification de quatre forces : forte, faible, électromagnétique et gravitationnelle. La force gravitationnelle s'exerce à longue distance entre les objets dotés d'une masse ; la force électromagnétique touche les objets chargés électriquement et s'exerce à plus faible distance ; la force faible et la force forte agissent entre les particules constitutives des noyaux des atomes ; elles opèrent à beaucoup plus courte distance et avec beaucoup plus d'intensité que les deux autres. Elles expliquent la puissance de l'*énergie nucléaire*.

348 « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 176.

349 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide », 92.

350 Ibid., 102.

mathématiques sur la distance, en préférant ne discuter que des propriétés mathématiques qui ont un sens dans la description des espaces de la géographie.

On verra que les sciences sociales ont connu dans les années 1980 un tournant spatial, ou géographique qui souligné le rôle de la distance dans les phénomènes sociaux. C'est pourquoi nous débutons cette partie par le cas de la géographie. Nous continuons avec l'autre grande discipline qui utilise la distance, c'est-à-dire l'économie. Ensuite nous abordons deux disciplines moins directement préoccupées par la spatialité, mais qui ont apporté leur contribution à la notion de distance, à savoir la psychologie et la sociologie.

La distance, outil privilégié du géographe

Pour commencer cette discussion sur la place de la distance dans la géographie, nous avons jugé pertinent de débiter par les conceptions des anciens, car elles soulignent un des débats essentiels concernant la conception de l'espace géographique.

La géographie de Strabon, écrite au premier siècle après Jésus-Christ, commence par extraire du voyage d'Ulysse d'Homère une géographie corroborée par les connaissances de son temps³⁵¹³⁵². Pour établir sa géographie, Strabon utilise trois sources : ses propres voyages, ceux relatés par les voyageurs contemporains imprégnés de la tradition orale, et les sources livresques. Souvent il tranche les discussions sur les distances entre lieux en prenant pour base le savoir commun de ses contemporains navigateurs de l'antiquité : « Qui a jamais relaté qu'un bateau parti de Lycie ou de Rhodes soit arrivé en deux jours à Alexandrie, couvrant une distance de quatre mille stades ? »³⁵³. Pour établir les distances entre les lieux du monde antique, Strabon se réfère à la vitesse des bateaux, au nombre de jours du voyage, à la direction générale empruntée, à l'énumération des lieux rencontrés. Ce sont les éléments de l'itinéraire et de son récit qui sont à l'origine de la géographie de Strabon.

Un siècle plus tard, en réaction à la conception de Strabon qu'il décrit comme une *chorographie* qui se borne à la description des lieux particuliers, Ptolémée propose une géographie qui embrasse la totalité des choses³⁵⁴. À la différence de son prédécesseur, Ptolémée se méfie des distances d'itinéraires indiquées par les voyageurs, car cette mesure « ne peut donner une connaissance de la distance vraie parce qu'ils sont rarement en ligne droite à cause des fréquents détours qu'on est obligés de faire »³⁵⁵. Il s'agit d'une volonté de détacher les distances de la subjectivité du récit. De plus « dans les navigations l'inconstance des vents, et les variations de leur force ne permettent pas de fixer une règle sûre pour juger les espaces parcourus »³⁵⁶. Ptolémée réalise la première géographie qui, à la différence de celle de Strabon, se préoccupe par la géométrie de connaître les positions relatives des divers points de la terre. Pour Gosselin « Ptolémée entreprit de donner à la géographie des principes purement astronomiques, et d'écarter de la science la combinaison des mesures d'itinéraires toujours si incertaine ; marchant sur les traces d'Hipparque il voulut que dorénavant les cartes fussent construites sur des bases sûres et invariables, susceptibles d'être connues et vérifiées par tous les peuples et dans tous les temps »³⁵⁷. Ainsi, pour Ptolémée « les résultats des

351 Strabon, *Géographie, livre 1*, trad. par Germaine Aujac et F. Lasserre (Paris: Les Belles lettres, 1969).

352 Les auteurs de l'antiquité sont cités à partir de sources éditées et consultées dans les bibliothèques, c'est pourquoi les dates indiquées dans les notices bibliographiques sont récentes et ne correspondent absolument pas à la période de datation des textes.

353 Strabon, *Géographie, livre 1*, 17.

354 *Traité de géographie de Claude Ptolémée*, trad. par Abbé Halma (Paris: Eberhart, 1828), 6, <http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=nCGnVT3CYRQC&oi=fnd&pg=PA149&dq=Claude+Ptol%C3%A9m%C3%A9,+Trait%C3%A9+de+G%C3%A9ographie+de+Claude+Ptol%C3%A9m%C3%A9,+traduit+du+grec+par+l%27abb%C3%A9+Halma,+1828&ots=19ywZ5-Q6y&sig=wrcgBOuyJ8Ve8A5MiUCKMZoTMzk>.

355 Ibid., 9.

356 Ibid., 10.

observations terrestres sont préférables aux relations des voyageurs »³⁵⁸ ce qu'il illustre par la relation de l'heure d'une éclipse de Lune en deux lieux différents, Arbèle et Carthage, qui donne une indication précise de combien de « temps équinoxiaux ces lieux sont éloignés l'un de l'autre »³⁵⁹. Avec l'ambition de donner un caractère scientifique à la géographie, Ptolémée écarte les mesures de distance indiquées par les voyageurs, tributaires de trop de paramètres physiques, mais aussi humains, perceptifs, et subjectifs. Il leur substitue des mesures issues de la géométrie du globe terrestre. La distance devient facilement calculable par une mesure orthodromique, c'est-à-dire une courbe épousant la rotondité de la sphère terrestre, entre deux lieux munis de coordonnées sur le globe ; l'étude des déplacements est devenue superflue. Ptolémée instaure une géographie de latitudes et de longitudes, de coordonnées sur le planisphère, qui écarte la richesse de la distance relatée par les voyageurs et les explorateurs.

Que ce soit dans la géographie du *où* des anciens, qui est la première question du géographe pour Durand-Dastès³⁶⁰, ou bien dans la géographie décrivant le milieu, comme la géographie vidalienne, l'important est le lieu, le milieu ; dans ces géographies la distance n'est pas centrale. Cependant pour Pumain, la notion de situation géographique de la géographie classique établit une définition relative aux autres lieux et contient implicitement une idée de distance aux autres lieux³⁶¹. Il faut attendre les périodes récentes pour voir apparaître la distance comme élément essentiel de la discipline géographique.

La distance est centrale pour la géographie que conçoit Watson lors de sa leçon inaugurale à l'université d'Édimbourg intitulée « Géographie, une discipline en distance »³⁶². La distance permet de comprendre les propriétés d'un lieu qui sont liées aux enjeux économiques et sociaux. Pour Watson, le travail sur la distance, combiné avec l'analyse de la géographie physique, établit une lecture complète de la géographie d'un espace.

Dans le champ de la géographie quantitative, le suédois Bunge présente la géographie comme la science des lieux, mais ayant pour principale question de comprendre la proximité entre les objets, ce qui explique son intérêt pour le mouvement et les relations spatiales³⁶³. Dans le même domaine Gatrell propose de mettre la distance au centre car c'est elle qui crée l'espace de la géographie en reliant les objets géographiques³⁶⁴. Il propose une classification des distances de l'analyse spatiale selon quatre concepts établis en référence à une idée générale de séparation spatiale selon la distance euclidienne : la distance-temps, la distance économique, la distance cognitive et la distance sociale³⁶⁵.

Les années 1980 et 1990 voient apparaître une idée nouvelle dans les sciences sociales autour de l'importance de l'espace³⁶⁶. Le rôle central de la distance est exprimé par Lévy dans ce qu'il appelle le « tournant géographique »³⁶⁷ : « la redéfinition de la géographie peut être présentée en peu de mots. C'est la distance, comme obstacle à l'interaction sociale, qui fonde la légitimité d'une problématique de l'espace. Toute socialité suppose un certain nombre d'échanges *au contact*, c'est-à-dire avec une distance nulle entre les opérateurs. Sans distance, pas de géographie – et cette hypothèse n'est pas absurde ». Pour Lévy, la distance comprend les formes de l'écart et du contact, qui permettent de

357 Pascal François Joseph Gosselin, *Géographie des Grecs analysée ou les systèmes d'Erathostène, de Strabon, et de Ptolémée comparés entre eux et avec nos connaissances modernes* (Paris: Didot, 1790).

358 Ptolémée, *Traité de géographie de Claude Ptolémée*, 14.

359 Ibid., 15.

360 « La question "Où?" et l'outillage géographique », *Espaces Temps* 26, n° 1 (1984): 8-21.

361 Pumain, « Essai sur la distance et l'espace géographique », 42.

362 « Geography—A discipline in distance », *The Scottish Geographical Magazine* 71, n° 1 (1955): 1-13.

363 *Theoretical geography*, 200.

364 *Distance and space*, 6.

365 Ibid., 44.

366 Urry, « Mobility and proximity ».

367 « Une géographie vient au monde », 49.

caractériser l'histoire des sociétés³⁶⁸. La question première de la géographie devient : « est-ce qu'il y a de la distance ? »³⁶⁹. Pour illustrer ce fait, Lévy s'appuie sur l'exemple de l'exode urbain entamé aux États-Unis à la fin du 19^e siècle et se poursuivant par la périurbanisation en Europe et ailleurs³⁷⁰. Dès lors il n'est pas surprenant de voir la distance figurer comme une des entrées significatives de l'index des notions situé en fin de l'ouvrage de Lévy sur la géographie de la mondialisation³⁷¹. Comme le formule Retailé, à la question du « où » se substitue la question « y a-t-il de la distance ? »³⁷².

La distance est aujourd'hui un des concepts fondamentaux du géographe. Pour s'en convaincre il suffit de lire comment Brunet décline toutes les problématiques de la géographie en partant des différents sens de la distance³⁷³. Cette idée est formulée différemment par le géographe Abler, pour qui « la distance a toujours été une préoccupation fondamentale dans les affaires humaines car quasiment tous les phénomènes humains et physiques varient en occurrence et en intensité avec la distance »³⁷⁴.

Comme le note Brunet, le mot distance a pour racine *sta* qui est le lieu³⁷⁵. Dans le mot distance il y a deux lieux, deux objets, et le renvoi vers une idée d'entre deux. Pour Brunet immédiatement après la définition de l'entre-deux vient le besoin d'un projet³⁷⁶. La distance suppose une transaction, une relation entre deux lieux, même si celle-ci doit s'effacer pour que le projet de transaction se réalise.

Si l'on adopte le postulat de Tobler selon lequel « tout est relié à tout le reste, mais les choses proches sont plus reliées que les choses lointaines »³⁷⁷, un des caractères fondamentaux de cette « première loi » réside dans la notion de proche et de lointain. Cette première loi est donc basée sur la distance qui sépare les « choses » de la géographie. Brunet formule la même idée en édictant que « la distance est directement en cause dans l'une des lois de base de la géographie qui est la loi de l'attraction : en termes simples plus c'est gros et plus c'est près, plus ça attire »³⁷⁸, c'est-à-dire une formulation de la *loi gravitaire*.

La question des distances dans la ville est toujours aujourd'hui une question pour les urbanistes et les géographes. Ainsi la conférence GIS d'Ostrava en 2013 intitulée « Géoinformatique pour la transformation urbaine »³⁷⁹ comporte-t-elle une section intitulée « distances dans la ville » au périmètre centré sur la question des mobilités et des transports. Même si celle-ci est élargie à la notion d'accessibilité, l'approche est ciblée sur le domaine du transport.

Cependant on rencontre aussi des lectures critiques de cette place de la distance dans la géographie. Malgré l'importance accordée par Lévy à la perception et aux dimensions culturelles, cette conception du rôle de la distance consiste pour Chivallon, géographe tenante d'une approche culturelle, à prendre pour « principe l'espace objectif, comme principe de réalité »³⁸⁰. Dans la lignée de l'approche défendue par Lefebvre selon laquelle l'espace n'existe qu'en tant que représentation et

368 « Entre contact et écart: la distance au cœur de la réflexion », 177.

369 Jacques Lévy, « A-t-on encore (vraiment) besoin du territoire ? », *Espaces Temps* 51, n° 1 (1993): 107, doi:10.3406/espato.1993.3859.

370 « Entre contact et écart: la distance au cœur de la réflexion », 177.

371 *L'invention du monde*, 399.

372 « Malaise dans la géographie: l'espace est mobile », in *Territoires, territorialité, territorialisation, controverses et perspectives*, Espace et territoire (Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2009), 99.

373 « Les sens de la distance ».

374 *Human Geography in a Shrinking World* (Scituate: Duxbury press, 1975), 36.

375 « Les sens de la distance ».

376 Ibid.

377 « A computer movie simulating urban growth in the Detroit region », *Economic geography* 46 (1970): 236.n

378 « Les sens de la distance », 21.

379 « Geoinformatics of City Transformations » GIS conférence à Ostrava (République Tchèque) janvier 2013 <http://gis.vsb.cz/gisostrava/>

380 « L'espace, le réel et l'imaginaire : a-t-on encore besoin de la géographie culturelle ? », *Annales de géographie* n° 660-661, n° 2 (2008): 67-89, doi:10.3917/ag.660.0067.

production sociale³⁸¹, Chivallon récuse cette conception traduisant l'idée que l'espace, caractérisé par la distance, serait une réalité observable, non-humaine, de l'ordre de l'en-soi. Elle défend une approche qui ne considère comme objet scientifique que le seul discours géographique.

Pour finir de traiter de la place de la distance en géographie il faut évoquer sa place dans la cartographie, discipline connexe. La cartographie des anciens est une recherche des bonnes situations relatives des lieux : Strabon relève que « quelques auteurs comptent de l'Aphrodisium [dans le Latium] au Var 2600 stades³⁸², et d'autres 200 stades de plus ; car on n'est point d'accord au sujet des distances »³⁸³. Comme on le voit dans cet exemple, illustré ci-contre par le tracé de l'itinéraire antique selon les connaissances actuelles, la position respective des lieux chez Strabon repose sur la mesure des distances. Y compris dans la recherche de la configuration topologique exacte, la cartographie constitue en elle-même un exercice de mise en distances.

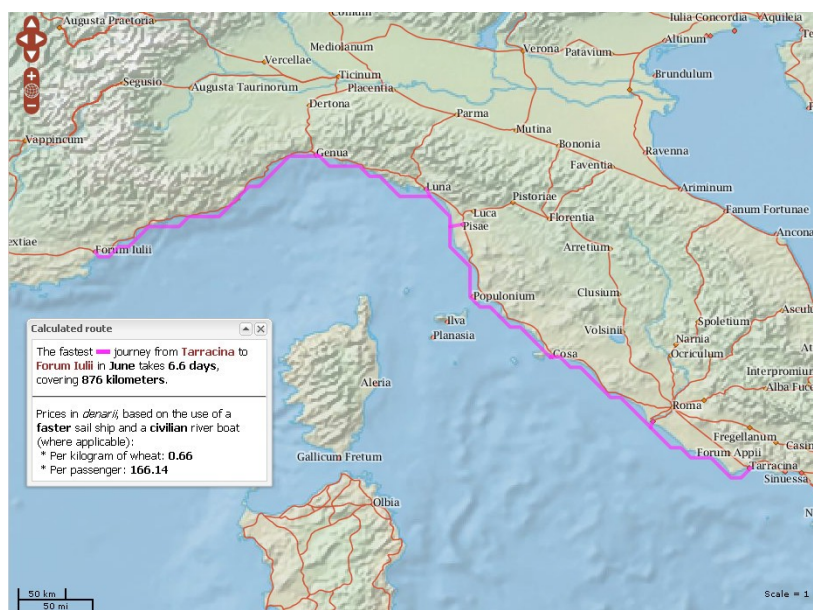


Illustration 43. La distance de Tarracina dans l'Aphrodisium à Forum Iulii près de l'embouchure du Var à l'époque romaine, calculée avec l'outil Orbis (<http://orbis.stanford.edu>) selon un itinéraire en cabotage

La cartographie moderne, basée sur des mesures des coordonnées des lieux sur le géoïde, porte aussi cet enjeu de la distance, mais plutôt comme une conséquence de l'exactitude des localisations. La distance dérive de la lecture de la carte sans pour autant avoir présidé directement à son élaboration. Est-ce à dire qu'elle n'est plus en enjeu pour la cartographie ? La cartographie des distances est une expression en apparence tautologique. La cartographie des distances est aujourd'hui matérialisée par la carte routière. La représentation du réseau de déplacement, avec ses tracés, ses connexions, sa hiérarchie et ses propriétés est un outil permettant au lecteur de construire son itinéraire, donc de définir les distances. La carte de l'espace plastique est une recherche des distances exactes en déplaçant les coordonnées des lieux. Ces deux questionnements montrent que la distance, en plus d'être un implicite de toute carte, reste un enjeu dans la recherche et les développements de la cartographie actuelle. La cartographie des distances est un domaine en tant que tel.

Dans la géographie actuelle, la distance occupe une place de choix. Il n'en a pas toujours été ainsi, et la critique portée par Ptolémée envers les mesures issues des récits de voyages a écarté celle-ci du cœur de géographie. Il faudra attendre les années 1960, avec l'importance accordée aux relations entre les lieux et les objets géographiques, pour remettre pleinement en évidence le rôle de la distance dans la géographie.

381 *La Production de l'espace*.

382 Soit environ 500 kilomètres pour une stade romaine de 192 m, c'est-à-dire sensiblement moins que la distance le long de l'itinéraire le plus proche de la ligne droite qui mesure environ 570 km ou que la distance le long des itinéraires antiques par mer (580 km) ou par terre (793 km) indiqués par Orbis (<http://orbis.stanford.edu>) un instrument de mesure des distances dans l'antiquité romaine mis au point par W. Scheidel et E. Meeks de l'Université de Stanford.

383 Strabon, *Géographie*, livre 1, chap. 1.

La distance en économie

Pour comprendre la place qu'occupe la notion de distance dans la discipline économie il faut s'intéresser aux différentes composantes de l'économie pour lesquelles la distance est susceptible d'intervenir. Nous allons ainsi examiner la situation de l'économie des transports, de l'économie spatiale et de l'économie géographique.

On pourrait s'attendre à trouver la notion de distance à une place éminente dans le domaine de l'économie des transports. De ce point de vue les manuels publiés sous la direction de Quinet sont peu prolixes³⁸⁴. En effet la distance ne fait pas l'objet d'un chapitre propre dans l'ouvrage de 1982, mais apparaît à différents endroits du manuel au moment du calcul des coûts du transport qui s'exprime en fonction du temps ou de la distance en kilomètres. Les économistes ont développé la notion de *coût généralisé de transport*, qui permet d'associer dans la mesure du coût un ensemble composite de facteurs contributifs. Dans le cas du déplacement des personnes, ce coût dépend de la valeur du temps accordée par chaque individu en fonction de son revenu et du type de déplacement effectué. On voit bien que cette idée nous éloigne des mesures physiques des kilomètres et des durées pour les convertir en coût ressenti, consenti par les individus. Le manuel de 1998 comporte un chapitre entier consacré aux coûts de transport avec là aussi une conception implicite de la distance vue au travers du temps et des kilomètres. L'analyse des distances en temps et en longueur permet surtout d'introduire la notion de congestion et la question de l'utilisation des infrastructures. Enfin la lecture du manuel de 2011³⁸⁵ confirme cette vision de l'économie des transports consistant à ne faire intervenir les distances que lors des calculs des coûts de transport : la distance ne figure pas explicitement dans la structure de l'ouvrage, n'apparaît en arrière-plan que sous l'angle des coûts de transport (seconde partie) et n'est pas référencée dans l'index final des notions. La distance n'est pas un concept central, tant s'en faut, en économie des transports. Il est possible que la problématique du renchérissement de l'énergie changera la façon de voir l'économie du transport dans le futur, et, en attribuant plus de poids à l'effort mécanique, redonne du sens à la distance. Cependant, jusqu'à présent, ce n'est pas de ce côté de l'économie que, paradoxalement, on trouve les analyses les plus poussées sur les distances.

Le domaine faisant la part la plus belle à la distance est celle de l'économie spatiale, et ses prolongements récents au travers de l'économie géographique. Dans le domaine de la macro-économie il est largement admis que la distance intervient comme un des facteurs explicatifs des flux économiques entre les pays. En effet, la distance est un facteur affectant les échanges commerciaux bilatéraux dans le temps long de l'histoire comme l'atteste la méta-analyse de Disdier et Head³⁸⁶ qui montre que sur la période 1950-2005 le rôle de la distance va croissant depuis 1950 et reste depuis à un niveau élevé.

Le renouvellement des approches de l'économie spatiale au travers de l'économie géographique peut être associé à une volonté de comprendre les mécanismes de l'agglomération. L'époque du fordisme est aujourd'hui comprise comme une phase où chaque pays a cherché à produire les mêmes produits en recherchant une baisse des coûts³⁸⁷. Ce faisant, les espaces non compétitifs connaissent le déclin au profit des plus performants. Face à l'enjeu de la mondialisation, et dans cette période que l'on appelle post-fordiste³⁸⁸, la différenciation des facteurs de l'économie et leur plus grande intégration redonne un sens fort à la distance en tant que paramètre de la formation des flux et des échanges.

384 Emile Quinet, Laurent Touzery, et Henri Triebel, *Economie des transports* (Economica, 1982); Emile Quinet et Marcel Boiteux, *Principes d'économie des transports* (Economica, 1998).

385 André de Palma et al., *A Handbook of Transport Economics* (Edward Elgar Publishing, 2011).

386 « The Puzzling Persistence of the Distance Effect on Bilateral Trade », *Review of Economics and Statistics* 90, n° 1 (2008): 37-48, doi:10.1162/rest.90.1.37.

387 Ash Amin, *Post-Fordism: a reader*, vol. 1 (Blackwell Oxford, 1994), 10, <http://www.lavoisier.fr/livre/notice.asp?depuis=e.lavoisier.fr&id=9780631188575>.

388 Bernard Pecqueur et Jean-Benoît Zimmermann, « Economie de proximités », 2004, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00280083>.

La recherche des mécanismes expliquant la formation des grandes villes, principaux lieux de création de la richesse dans la période actuelle, s'est traduite par l'analyse des économies d'agglomération. Certains auteurs ont quantifié les effets d'agglomération à un niveau situé entre 3 % et 8 % de la création de richesse totale³⁸⁹. Dans ce domaine la densité, les distances et les transports jouent un rôle central. L'ouvrage de Fujita, Krugman et Venables qui se veut texte de référence sur l'économie spatiale³⁹⁰ présente la distance comme un concept important comme le montre sa présence comme un des grands items de l'index final, figurant aux côtés des « coûts de transport ». Pour ces auteurs, l'économie dominante, jusqu'à l'émergence de ce courant, a largement ignoré la question de la localisation des acteurs économiques³⁹¹. Les points de départ de ce courant puisent dans une appropriation économique du concept géographique de l'opposition centre-périphérie tel qu'il est décrit dans le modèle spatial de Von Thünen. Ainsi, autant comme on l'a vu la distance n'est pas un concept de l'économie des transports, autant la distance est un élément clé de cette nouvelle *économie géographique*.

Notons que ce renouveau des approches géographiques en économie a inspiré en partie les analyses de l'*économie présentielle* où l'on s'intéresse à l'endroit où le revenu est dépensé, et pas seulement à l'endroit où il est perçu, donc aux mécanismes qui permettent que la *richesse présente* soit captée par les activités économiques locales³⁹².

Inscrits dans le domaine de l'économie spatiale, Huriot, Smith et Thisse ont proposé un cadre général pour la distance en économie : la *distance de coût minimum*³⁹³. Leur concept est fondé sur les comportements de déplacement et est donc pertinent à chaque fois qu'un déplacement entre lieux est impliqué. Il s'agit donc d'une proposition de définition fondamentale pour l'économie spatiale³⁹⁴. Nous allons en développer les grandes lignes ici. Leur réflexion prend sa source dans la notion de sub-additivité. La propriété de sub-additivité³⁹⁵ stipule que le coût de transport reste proportionnel à la distance parcourue mesurée en unités kilométriques, mais de manière décroissante, ce qui entraîne que le coût de transport total d'un déplacement est inférieur à celui généré par deux déplacements distincts enchaînés sur le même parcours³⁹⁶.

Pour Huriot, Smith et Thisse, la concaténation de portions de trajet pour constituer un voyage peut présenter des situations d'*économies d'enchaînements* qui amènent à des formations de prix complexes³⁹⁷. Y contribuent par exemple les règles d'affectation des taxes d'aéroport dans les billets aériens : seuls les aéroports de départ et d'arrivée occasionnent des taxes, les aéroports intermédiaires empruntés ne génèrent pas de coûts supplémentaires pour le client. Dans le cas de hubs saturés comportant des taxes importantes, le trajet court alimentant le hub peut avoir un coût inférieur à ces taxes, ce qui entraîne une sub-additivité structurelle de la distance-coût. Ainsi un trajet passant par un hub peut avoir un coût inférieur à la somme des coûts des deux portions de trajet qui le constituent. De plus, le fonctionnement en hub permet un meilleur remplissage des avions, qui correspond à une optimisation des moyens affectés, ce qui contribue à la sub-additivité.

389 Stuart S. Rosenthal et William C. Strange, « Evidence on the nature and sources of agglomeration economies », *Handbook of regional and urban economics* 4 (2004): 2119-71.

390 *The spatial economy*.

391 Ibid., 213:xi.

392 Christophe Terrier, « L'Économie présentielle. Un outil de gestion du territoire », *Cahiers Espace* 90 (2006); Laurent Davezies, « L'économie locale «résidentielle» », *Géographie, économie, société* 11, n° 1 (2009): 47-53.

393 « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis ».

394 Jean-Marie Huriot, Jacques Perreur, et Isabelle Derognat, « Espace et distance », in *Encyclopédie d'économie spatiale: concepts - comportements - organisations*, par Jean-Paul Auray et al., Bibliothèque de science régionale (Paris: Economica, 1994), 35-46.

395 Les économistes emploient le terme de « sub-additif » pour qualifier une fonction de coût qui est plus performante avec un seul terme qu'avec deux, comme dans le cas d'un monopole qui serait plus efficace qu'un duopole sur un marché donné.

396 Filippo Santambrogio, « Models and applications of Optimal Transport in Economics, Traffic and Urban Planning », *arXiv:1009.3857*, 2010, <http://arxiv.org/abs/1009.3857>.

397 « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis », 313.

Cette observation conduit Huriot, Smith et Thisse à introduire la notion de *distance de coût minimum*. Il s'agit d'une notion d'abord économique partant de l'idée que les « distances économiques entre points sont établies plus souvent par les forces de l'offre et de la demande que par la seule séparation physique »³⁹⁸. Cette distance de coût minimum prend comme éléments de base des « trajets » qui sont tous optimaux car correspondant à des choix d'individus. Par construction, le coût total d'un itinéraire comprenant plusieurs trajets ne peut excéder la somme des coûts de chaque trajet. Cependant, à cause de la propriété de sub-additivité, ou d'*économies d'enchaînements*, les coûts de ces trajets ne peuvent être simplement additionnés pour former des distances coûts. Le passage à des *chaînes de trajets* permet de définir la distance de coût minimum comme la plus petite mesure des coûts parmi l'ensemble des chaînes de trajets existantes entre deux points³⁹⁹. Pour les auteurs, cette définition permet de s'affranchir d'une approche basée sur les chemins qui est limitée par des contraintes de continuité : on admet généralement que la fonction de distance associée aux chemins est continue pour respecter la « topologie de voisinage » des distances de chemins minimaux⁴⁰⁰. La nouvelle notion introduit la possibilité de discontinuités dans la formation du coût associé à l'itinéraire.

Enfin, au sein de l'économie dans son ensemble, la nouvelle économie géographique et ses prolongements mis à part, la lecture de la littérature économique laisse le sentiment que la distance n'est pas prise dans toutes ses dimensions, comme un concept essentiel.

La distance en psychologie

Hall souhaitait au travers de l'étude de la distance dans les comportements fonder une nouvelle discipline, la *proxémie*⁴⁰¹, dans le but de mieux comprendre la construction des territoires des individus en la liant aux besoins d'espace interpersonnel. Comme les interactions entre individus engagent une multi-sensorialité, la portée des sens, ouïe, vue, odorat, définit des distances pour chaque type de relation.

La distance est une réalité perçue, c'est pourquoi les dimensions psychologiques de l'individu jouent un rôle dans la construction de celle-ci. L'âge, le sexe, mais aussi la mémoire, les données physiologiques, et les dimensions culturelles de l'individu interviennent. Et, en conséquence, les handicaps de perception viennent modifier la représentation de la distance. Comme l'écrit Bailly au sujet de l'espace, « comment ne pas comprendre l'opposition entre l'ingénieur pour qui l'espace urbain est un cadre fonctionnel à améliorer grâce à des rénovations et le vieillard, attaché à son logement vieillot dans lequel il a longtemps vécu et peut revivre son passé ? »⁴⁰². Pour Bailly encore, les infrastructures de transport sont des liaisons fonctionnelles entre les espaces dans la ville, mais ce n'est que grâce à nos représentations mentales que ceux-ci deviennent des lieux⁴⁰³, c'est-à-dire des objets, des espaces appropriés. La dimension psychologique de la perception de l'espace et de la distance se manifeste par des vues différentes, voire divergentes sur des mêmes objets.

Une grande partie de l'effort des psychologues a été consacrée à la compréhension de l'espace visuel⁴⁰⁴. Comme on l'a déjà évoqué⁴⁰⁵, l'espace visuel est aujourd'hui compris comme étant essentiellement euclidien, avec des distorsions liées à l'optique de l'œil⁴⁰⁶. Si ces travaux portent sur

398 Ibid., 294.

399 Ibid., 295.

400 Ibid.

401 Hall, *La dimension cachée*.

402 Bailly, « Les Représentations de la distance et de l'espace: mythes et constructions mentales », 266.

403 Ibid.

404 John J. Rieser, Jeffrey J. Lockman, et Herbert L. Pick, « The Role of Visual Experience in Knowledge of Spatial Layout », *Perception & Psychophysics* 28, n° 3 (1980): 185-190, doi:10.3758/BF03204374; Montello, « The geometry of environmental knowledge ».

405 Confère page 51.

406 Montello, « The geometry of environmental knowledge ».

des espaces proches au sens de la géographie, on peut faire l'hypothèse que les perceptions de l'espace visuel influent sur les conceptions de l'espace concernant des territoires plus vastes.

Un autre domaine d'investigation a concerné les *distances mentales*. Elles sont aussi parfois appelées distances cognitives, par opposition à des distances perçues associées à la perception visuelle⁴⁰⁷. De nombreuses recherches ont été menées dans les années 1970 et 1980 sur ce domaine⁴⁰⁸. Certaines études tendent à montrer que la distance mentale ressemble plus à la distance réseau qu'à la distance euclidienne⁴⁰⁹. La synthèse proposée par Gatrell est plus restrictive : les distances cognitives ne sont pas métriques, car il existe des violations de la symétrie et de la transitivité⁴¹⁰.

Aujourd'hui un domaine actif de la recherche urbaine s'inspire directement de l'héritage de Hall⁴¹¹ il s'agit de la sémiotique urbaine qui traite des rapports entre les comportements humains et l'architecture. Les approches de la *syntaxe spatiale*, qui relient l'organisation de l'espace, l'accessibilité et les comportements sociaux⁴¹² s'inscrivent pleinement dans ce courant. Les approches par la syntaxe spatiale sont généralement utilisées pour décrire et prédire les flux de piétons dans les espaces publics. Le principe de cette approche consiste à établir un graphe composé de sections rectilignes et de nœuds, où les changements de direction peuvent intervenir, sachant que lors de la réalisation d'un déplacement, le piéton doit supporter un effort mental à chaque changement de direction, mais pas lorsque le déplacement suit une ligne droite dégagée. Notons que dans son principe, la *syntaxe spatiale* est basée uniquement sur le réseau sans y intégrer de poids ou d'attracteurs⁴¹³, ce qui montre que les seules distances du réseau peuvent avoir valeur explicative des comportements. Dans ces approches il existe deux niveaux de perception de l'espace pour construire des itinéraires : un niveau détaillé de l'individu lisant son environnement sensible, et un niveau plus abstrait qui englobe l'ensemble de son trajet⁴¹⁴.

On constate que la psychologie peut apporter des éléments significatifs pour la compréhension de la distance en tant que réalité géographique perçue.

407 Gatrell, *Distance and space*, 63.

408 Waldo Rudolph Tobler, « The geometry of mental maps », in *Spatial choice and spatial behavior* (Columbus: Ohio State University, 1976), 69-81, http://www.dpi.inpe.br/sil/CST310/cst310_2010/Aula12_TOBLER/refs/Tobler/Tobler_Geometry_of_Mental_Maps.pdf; Martin Cadwallader, « Problems in Cognitive Distance Implications for Cognitive Mapping », *Environment and Behavior* 11, n° 4 (1979): 559-76.

409 Rieser, Lockman, et Pick, « The Role of Visual Experience in Knowledge of Spatial Layout », 187.

410 Gatrell, *Distance and space*, 72.

411 Sharon R. Steadman, « Recent research in the archaeology of architecture: Beyond the foundations », *Journal of Archaeological Research* 4, n° 1 (1996): 51-93, doi:10.1007/BF02228838.

412 Bill Hillier et Julienne Hanson, *The social logic of space* (Cambridge University Press Cambridge, 1984), <http://www.getcited.org/pub/102294079>.

413 Angela Hull, Cecilia Silva, et Luca Bertolini, *Accessibility Instruments for Planning Practice*, COST, (2012), 173.

414 Bin Jiang, Christophe Claramunt, et Björn Klarqvist, « Integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces », *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 2, n° 3 (2000): 161-71.

La distance en sociologie

La distance en sociologie prend une acception plus vaste que la simple référence spatiale. En effet on doit mentionner à côté de la distance géographique ayant un sens pour la sociologie, la distance entre individus et groupes sociaux, créée par les différences qui existent entre eux⁴¹⁵ ou par l'acceptation plus ou moins grande d'entrer en contact avec autrui en fonction des différences sociales⁴¹⁶. Ainsi Bogardus a développé un cadre d'analyse de la distance sociale basé sur un protocole d'enquête demandant à un membre d'un groupe social s'il serait d'accord pour, par exemple, prêter de l'argent ou encore marier sa fille, à un membre d'un groupe social différent⁴¹⁷.

Cependant, dans le présent travail, ce n'est pas sur cette acception de la distance que nous portons l'attention. Avec la distance sociale, ce qui compte c'est ce qui distingue, ou au contraire apparente les individus ou les groupes sociaux les uns aux autres, et non la quantité d'espace qui les sépare : la spatialité n'est pas mobilisée dans ce concept. Les distances non-spatiales procèdent par analogie avec les distances des disciplines de l'espace, mais n'héritent pas de celles des propriétés mathématiques des distances qui sont étroitement liées à la spatialité. Face à cette acception de la distance nous aurions pu être amenés, dans un désir de clarification du propos, à faire évoluer notre façon de désigner notre objet d'étude, en précisant à chaque fois que nous parlons de *distances spatiales*. Or comme ces distances sont les références de l'analogie des distances sociales, nous en restons à l'usage de la simple *distance* : nous appelons ailleurs dans le texte simplement distance, ou distances, notre objet d'étude.

En sociologie on reconnaît aussi une place importante aux distances spatiales. En effet, l'historienne Ozouf-Marignier émet l'hypothèse selon laquelle l'irruption du concept de territoire dans le domaine de la sociologie, dans les années 1970-1980, s'explique par l'essoufflement de la notion de classe sociale : « la proximité et la contiguïté (ou la distance et la limite) géographique deviennent une ressource pour décrypter un social qui résiste à l'analyse par catégories »⁴¹⁸. Les sociologues voient dans l'évolution de la société une déperdition de l'appartenance professionnelle au profit d'une appartenance territoriale qui fait apparaître les distances et les proximités comme des facteurs explicatifs. Le texte de référence de Chamboredon et Lemaire⁴¹⁹ relève pleinement de cette évolution en mettant en regard les distances géographiques, physiques entre ménages et leur distinction sociale.

Au-delà de sa discipline d'appartenance principale, pour le géographe Lévy « les sciences sociales ne peuvent se passer d'un concept propre de distance, car la pertinence d'une problématique spatiale n'est pas séparable des conditions de la vie en société »⁴²⁰. Pour Lévy deux situations géographiques font sens concernant les relations sociales, le contact et l'éloignement. Ces deux états pouvant être placés sur le continuum de la distance, c'est bien ce concept qui est central pour la géographie et essentiel pour les sciences sociales. La distance devient alors un attribut de la relation entre deux réalités sociales.

Plus récemment, en approfondissant cette tendance vers la spatialisation, la thèse d'Urry appelle à remplacer la sociologie basée sur la caractérisation des groupes sociaux, par une sociologie de la mobilité⁴²¹. Plutôt que de chercher à caractériser et à comprendre les groupes sociaux à partir des interactions entre les individus, Urry propose une sociologie cherchant à comprendre les ressorts

415 Gatrell, *Distance and space*, 76.

416 Emory Stephen Bogardus, « A social distance scale », *Sociology & Social Research*, 1933, <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1933-03965-001>.

417 Ibid.

418 Marie-Vic Ozouf-Marignier, « Le territoire, la géographie et les sciences sociales: aperçus historiques et épistémologiques », in *Territoires, territorialité, territorialisation, controverses et perspectives*, Espace et territoire (Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2009), 33.

419 « Proximité spatiale et distance sociale. Les grands ensembles et leur peuplement », *Revue française de sociologie*, 1970, 3-33.

420 Lévy, « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 176.

421 Urry, « Mobility and proximity ».

sociaux de la mobilité, sous ses dimensions corporelles, virtuelles, imaginaires et objectales⁴²² en tant que vecteurs des interactions sociales. Il s'agit ici de mettre en avant la géographie, les espaces et donc les distances entre les individus sous toutes leurs formes comme des objets même d'une approche sociologique. Cette approche rejoint la vision des géographes pour lesquels l'identité des individus se construit en référence à un territoire d'appartenance⁴²³, donc au travers d'une forme d'inscription spatiale.

On le voit, la sociologie fait grand cas de la distance, ou plutôt des distances, dans ses développements récents, dans le but d'enrichir voire de modifier en profondeur la démarche sociologique.

Discussion

La distance possède une véritable épaisseur historique en tant que concept : si l'on pense aux distances de l'Odyssée rappelées par Strabon, cette profondeur ne semble limitée que par l'apparition des premiers récits humains.

La distance est un concept central, sinon le concept central de la géographie d'aujourd'hui. Pourtant, on l'a évoqué, ce rôle est discuté par certains tenants de la géographie culturelle, qui, dans la lignée d'une remise en cause du postulat de l'espace comme objectif et neutre⁴²⁴, n'admettent pas l'existence d'une réalité géographique détachable de sa perception par un sujet porteur d'une épaisseur culturelle, historique, humaine. Or l'irruption de la distance dans la sociologie, que l'on peut attribuer à Hall, marque aussi le développement d'un intérêt pour la dimension culturelle des distances sociales.

Il est dès lors possible de s'affranchir de la conception de certains culturalistes, et d'affirmer le rôle essentiel de la distance en géographie. Les distances entre les individus de la société sont mesurables. Bien-sûr, toutes ces distances prennent un sens par leurs perceptions par les individus, mais elles n'en restent pas moins mesurables indépendamment de cette perception ; il reste ensuite au géographe ou à l'urbaniste à enrichir cette mesure par une approche sensible⁴²⁵ si besoin.

Nous avons vu qu'il existe un usage non-spatial du concept de distance en sociologie. Cette acception se situe hors du champ du présent travail, car elle traite de relations dont l'inscription spatiale est indifférente. Signalons simplement que cet usage ne contribue pas à l'intelligibilité du concept de distance. Il implique l'idée que la distance pourrait exister hors de tout contexte spatialisé. Cet usage propose une analogie entre l'espace social et l'espace géographique, or les propriétés de celui-ci sont fondamentalement différentes de celles de l'étendue spatiale de la géographie, comme nous le verrons plus en profondeur dans la partie suivante.

Ce tableau de la place de la distance dans les sciences sociales présente une image assez fournie, qui contraste avec l'analyse d'Urry selon laquelle « la plupart des sciences sociales n'ont pas vu la distance comme un problème ou même comme particulièrement digne d'intérêt »⁴²⁶. La distance est un élément central pour la géographie ; elle est un concept qui a renouvelé les analyses en sociologie et en psychologie, et elle est une idée sous-jacente de pans entiers de l'économie actuelle. L'examen du rôle de la distance montre qu'elle constitue soit un

La distance est centrale pour la géographie, mais elle joue un rôle important dans la sociologie et est traitée par les psychologues. La distance est un facteur décisif dans la nouvelle économie géographique portant sur les effets d'agglomération.

Encart 7

422 À côté du déplacement des corps, et de la mobilité (virtuelle) permise par les technologies de la communication, le transport des objets pour Urry participe à la mobilité (objectale), tout comme les images médiatisées par la télévision et le cinéma construisent une mobilité (imaginaire).

423 Le Berre, « Territoires ».

424 Lefebvre, *La Production de l'espace*.

425 Michèle Grosjean et Jean-Paul Thibaud, *L'espace urbain en méthodes* (Editions Parenthèses, 2001).

426 *Mobilities*, 54.

concept premier, dans le cas de la géographie, soit un paramètre dont le rôle est reconnu dans un corpus qui ne lui avait pas fait une place dès le départ, c'est le cas de la sociologie et de l'économie. Cependant, ce premier tableau, entre affirmation et émergence, ne doit pas laisser penser que la distance n'est pas questionnée, parfois explicitement, en tant que concept ou en tant que facteur explicatif des phénomènes géographiques, sociaux ou économiques. Nous allons maintenant présenter un ensemble de discussions, voire de polémiques, autour de la distance dans le but de discuter de la place de cette notion dans les débats d'idées actuels.

La distance en débat

Pour certains chercheurs de l'analyse spatiale, traversant les champs de l'économie, de la géographie et de l'urbanisme, la distance n'est pas élevée au rang de concept central. Plusieurs arguments sont avancés pour marginaliser la distance.

D'abord, dans la conception *euclidienne*⁴²⁷, la distance est associée à la ligne droite euclidienne. La remise en cause de la ligne droite comme modèle général des cheminements entre lieux géographiques nourrit une suspicion sur la capacité de la distance à rendre compte des positions relatives des lieux dans l'espace.

Second argument, l'idée que la distance est trop protéiforme pour que son emploi ne suscite des ambiguïtés dans le discours scientifique. Ses multiples formes la rendent sujette à des usages trop distincts les uns des autres. La distance renvoie à la longueur d'un trajet qui peut elle-même être mesurée selon plusieurs unités différentes, mais aussi à l'idée d'un espacement entre lieux ou à la longueur d'une infrastructure linéaire. Pour illustrer l'argument de la distance protéiforme, analysons l'utilisation de la distance dans la pensée post-moderne. La réflexion de Hall, en ce qu'elle a mis l'accent sur la différence de perception, le relativisme des distances physiques en fonction des appartenances culturelles, a alimenté et inspiré les postmodernistes⁴²⁸. L'analyse de l'influence de la distance sur les comportements humains dans leurs dimensions culturelles a nourri une pensée mettant en avant le relativisme notamment en urbanisme, s'inscrivant dans un ensemble de dénonciations des limites du modernisme fonctionnaliste dont Jacobs a été une des plus influentes contributrices⁴²⁹. Cette même distance est comme on l'a vu au cœur de la pensée géographique⁴³⁰, consubstantielle de la première loi de la géographie énoncée par Tobler⁴³¹. Or cette idée que *tout est relié à tout le reste* recrée un lien entre les choses géographiques et construit une vision d'ensemble que Sui considère comme contraire à la pensée post-moderne, en ce qu'elle sépare, distingue, relativise, et rejette l'idée de lien fort entre les individus et entre les groupes sociaux⁴³². Ces deux cheminements de la pensée, inspirés l'un et l'autre par l'idée de distance, amènent à des positions diamétralement opposées selon les paradigmes actuels. La distance, en tant que concept se prêtant à des analyses multiples, diverses, voire opposées, devrait être écartée.

Troisième argument, que l'on trouve chez certains géographes⁴³³ et nous y reviendrons, l'idée que la distance est une notion abstraite indépendante des usages et donc sans véritable intérêt en géographie humaine ou en urbanisme. La distance serait vide de sens.

Ces arguments généraux appellent à un approfondissement de la discussion. Pour organiser notre discours, nous voulons ici détailler deux axes de débat structurés par l'idée de la remise en cause de la distance, pour ensuite affiner notre propre conception de la distance. Il s'agit du débat sur la fin de la distance et de la discussion sur les propriétés mathématiques des distances, entre mise à l'écart et remise en cause. Nous allons maintenant traiter ces deux axes.

427 Comme on l'a abordée au paragraphe intitulé « L'encombrante distance euclidienne », page 50.

428 Steadman, « Recent research in the archaeology of architecture ».

429 *The Death and life of great American cities*.

430 Voir paragraphe intitulé « La distance, outil privilégié du géographe », page 74.

431 « A computer movie simulating urban growth in the Detroit region ».

432 « Tobler's first law of geography », 271.

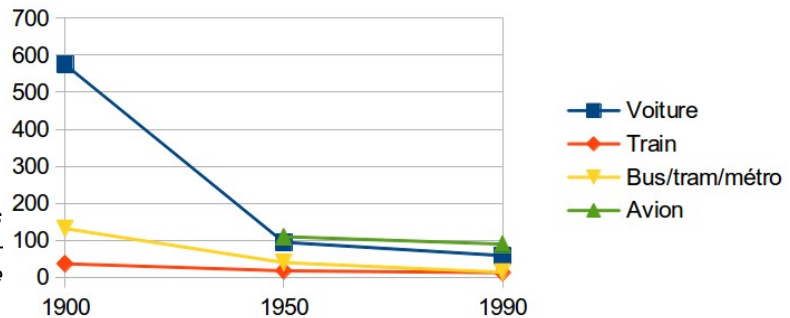
433 Dumolard, « Distances, accessibility and spatial diffusion ».

La fin de la distance ?

La fin de la distance est une idée qui a été souvent annoncée et encore plus souvent dénoncée. L'idée s'exprime aussi au travers d'un questionnement sur la fin de la géographie. L'argumentaire principal de cette idée est que l'amélioration des transports mène à la réduction des distances jusqu'à son effacement complet. Il est vrai que la réduction des coûts de transport a été spectaculaire à l'échelle historique comme le rappellent Rietveld et Vickermann⁴³⁴. Ainsi le coût d'une tonne transportée par mer a-t-il été divisé par six entre la fin du 18e siècle et aujourd'hui. Cette réduction a touché le transport de marchandises et de personnes comme l'illustre le tableau suivant.

	1900	1950	1990
Voiture	575	95	59
Train	37	18	13
Bus/tram/métro	132	40	14
Avion		110	90

Tableau 4. Coûts monétaires en centimes d'euros par kilomètre par modes de transport de personnes aux Pays-Bas, prix de 1990 (Rietveld et Vickermann 2004, 238)



Cet argument a été exprimé avec le terme anglais *footloose*, comme une libération des entraves des individus et des entreprises⁴³⁵. Cependant les analyses économiques sont majoritaires à considérer que la réduction des coûts du transport n'efface pas l'effet des distances sur la distribution spatiale des activités⁴³⁶. En effet, les flux d'échanges internationaux dépendent toujours en partie des distances, et la persistance des frontières contribue au maintien de la consistance de coûts de transport.

Le second grand argument venant en appui de la thèse de la fin de la distance est celui de la montée en puissance des technologies de l'information. Le débat est ancien puisque déjà présent chez Gottmann analysant la métropolisation⁴³⁷, mais ce sont les années 1980 qui voient surgir les plus arguments les plus marquants. Pour Virilio c'est l'irruption du *temps réel* qui relègue au second plan les relations de proximité immédiate de la ville ancienne au profit des interrelations à distance⁴³⁸. Pour Castells l'espace des flux se superpose à l'espace des lieux et tend à l'éclipser⁴³⁹. Or cette thèse du remplacement des interactions en face à face par des relations médiatisées, fréquente dans la première génération de travaux sur les liens entre les villes et les technologies de l'information et de la communication, à l'exemple des contributions de Virilio, s'est avérée réductrice et inadéquate⁴⁴⁰. Au point que la thèse inverse est avancée par certains : « la réduction des coûts de communication augmente la demande de communication en face à face »⁴⁴¹. On considère que l'introduction du téléphone dans les années 1920-1930, plutôt qu'une décroissance des déplacements professionnels, suscita une augmentation de 10 à 20 % de ceux-ci⁴⁴². De même, l'argument de la mort de la distance

434 « Transport in regional science: the "death of distance" is premature », *Papers in Regional Science* 83 (2004): 229-248.

435 Boden et Molotch, « The Compulsion of proximity », 257.

436 Duranton, « Distance, land, and proximity », 11.

437 *Urban centrality and the interweaving of quaternary activities*, 327.

438 Paul Virilio, « The third interval: a critical transition. Rethinking Technologies », *Andermatt-Conley. London, University of Minnesota* 3 (1993): 10.

439 « Local and global: cities in the network society », *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* 93, n° 5 (2002): 548-58.

440 Michael Crang, Tracie Crosbie, et Stephen Graham, « Technology, time-space, and the remediation of neighbourhood life », *Environment and Planning A* 39, n° 10 (2007): 2405.

441 Duranton, « Distance, land, and proximity », 2183.

442 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 26.

a dominé une grande partie de la première littérature traitant de l'internet et du cyberspace⁴⁴³. Aujourd'hui l'internet est vu par certains comme l'équivalent d'un lieu de la géographie⁴⁴⁴. Et pour la plupart des observateurs actuels, géographes ou économistes⁴⁴⁵ les technologies de l'information et de la communication opèrent bien plus comme accompagnateurs de la mobilité physique que comme substituts. Pour Urry, les technologies de la communication influent sur les relations sociales et donc aussi sur les mises en œuvre de la coprésence⁴⁴⁶, mais il semble trop réducteur de simplement poser la problématique en termes de substitution. Plusieurs analyses tendent à montrer que le budget-temps consacré aux deux activités, mobilité spatiale et télécommunication reste stable⁴⁴⁷. La coprésence étant la signature de l'urbain, la fin de la distance pourrait signifier la fin des villes. Cependant, comme le soulignent Boden et Molotch⁴⁴⁸, la coprésence « contient des attributs uniques qui en font, dans un monde d'innovations techniques débridées et de communication de masse, l'instrument de mise en ordre de toutes les autres formes de communication, ainsi que la base de l'organisation sociale ». Pour ces deux sociologues, la coprésence est fondamentale et toutes les autres formes de communication n'en sont que des substituts. La nouvelle économie urbaine a proposé une explication de la persistance du besoin de coprésence par la distinction entre savoir codifié et savoir tacite : le premier est facilement transmis par la télécommunication, tandis que le second, nécessaire à l'innovation et au développement de l'économie de la connaissance, a besoin de face à face⁴⁴⁹. Argument supplémentaire, la télécommunication suppose une intention, tandis que le face à face peut survenir de manière inattendue : l'un ne saurait remplacer l'autre⁴⁵⁰. La fin des villes pourrait mettre plus de temps à survenir.

Un des défenseurs récents et visible de la *fin de la distance* est Thomas Friedman, journaliste américain, qui vante les avantages de la mondialisation à la condition d'effacer les frontières entre pays pour promouvoir un « monde plat » dans lequel les transactions internationales ne connaissent plus d'obstacle⁴⁵¹. Si ce travail n'est pas le fait d'un scientifique patenté, comme celui de Cairncross quelques années plus tôt sur la mort de la distance⁴⁵², il n'en constitue pas moins un objet de référence et surtout de critique de la part des chercheurs. Ainsi en économie, Leamer y consacre un texte entier⁴⁵³ qui apporte un ensemble d'objections qui sont en partie reprises ici.

Comme on peut s'y attendre les géographes et urbanistes sont bien peu nombreux à soutenir l'idée d'un monde plat : Florida utilise les cartes thématiques en trois dimensions pour montrer les

443 Stanley D. Brunn et Thomas R. Leinbach, *Collapsing space and time: geographic aspects of communications and information* (Routledge, 1991); Harvey J. Miller, « A Measurement Theory for Time Geography », *Geographical Analysis* 37, n° 1 (2005): 286, doi:10.1111/j.1538-4632.2005.00575.x.

444 Boris Beaude, « De l'importance des lieux réticulaires », *Carnets de Géographes* 2 (2011), http://infoscience.epfl.ch/record/165649/files/debat_02_02_Beaude.pdf.

445 Lynch, *Good city form*, 198; Boden et Molotch, « The Compulsion of proximity »; Martin Jourdenais et Pierre Desrochers, « La fin de la distance et la déconcentration de l'activité économique: Nouvelle réalité ou mirage? », *Canadian Journal of Regional Science* 21, n° 1 (1998): 49-72; Urry, « Mobility and proximity »; Alain Rallet et André Torre, « Temporary Geographical Proximity for Business and Work Coordination: When, How and Where? » (présenté à AAG, Las Vegas, 2009); Rietveld et Vickermann, « Transport in regional science: the "death of distance" is premature »; Duranton et Puga, « Micro-foundations of urban agglomeration economies »; André Torre, « Retour sur la notion de Proximité Géographique », *Géographie, économie, société* 11, n° 1 (2009): 63-74; Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*.

446 « Mobility and proximity », 12.

447 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 79.

448 « The Compulsion of proximity », 260.

449 Dominique Foray et Bengt-Ake Lundvall, « The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy », in *Employment and Growth in the Knowledge-based Economy*, OECD, 1996, 19, <http://infoscience.epfl.ch/record/53022>.

450 Certeau, « Practices of space », 131; Duranton, « Distance, land, and proximity », 24.

451 *The world is flat: A brief history of the 21st century* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2005).

452 *The death of distance: How the communications revolution is changing our lives* (Harvard Business Press, 2001).

453 « A Flat World, a Level Playing Field, a Small World After All, or None of the Above? A Review of Thomas L. Friedman's *The World is Flat* », *Journal of Economic Literature* 45, n° 1 (2007): 83-126, doi:10.1257/002205107780458560.

hétérogénéités planétaires liées au peuplement et à la création de valeur⁴⁵⁴ au contraire de la thèse du monde plat, c'est un monde avec des « piquants » qu'il décrit. La thèse d'un monde fait de piquants traduit l'importance majeure que Florida accorde aux lieux très concentrés et sélectifs de la création de valeur. Dans son ouvrage sur les réseaux urbains Neal, fustige la thèse du monde plat et abonde dans le sens d'un monde fait de lieux extrêmement différenciés⁴⁵⁵. Preuve de la vigueur de la controverse, et de sa capacité à faire avancer le débat académique et les réflexions opérationnelles, Feiock, Jea Moon et Park en proposent une analyse théorique et pratique⁴⁵⁶. Les trois chercheurs argumentent sur les conseils à prodiguer aux décideurs urbains et régionaux à partir de la controverse opposant Friedman et Florida. Leurs propositions établissent une synthèse entre les deux approches en s'appuyant sur des réseaux régionaux de lieux attracteurs non restreints aux espaces centraux comme chez Florida.

Pour les économistes Rietveld et Vickermann la fin de la distance est une annonce prématurée⁴⁵⁷. D'abord parce que certains traits majeurs des comportements individuels évoluent beaucoup moins que les techniques de déplacement : la permanence des budgets-temps en atteste. D'autre part si la distance n'avait plus de sens dans l'espace économique on aurait dû assister à une convergence des niveaux de développement dans les espaces économiquement intégrés tels que l'Europe. Or, si la convergence des économies nationales et régionales est attestée⁴⁵⁸, le schéma centre-périphérie persiste tant à l'intérieur de l'espace européen que dans les pays eux-mêmes⁴⁵⁹. Les développements récents de l'économie géographique ont montré qu'une amélioration du système de transport n'aura pas les mêmes conséquences selon les régions, selon les acteurs et selon les circonstances. Ces trois arguments mis bout à bout, permanence des comportements, polarisation spatiale et appropriation différenciée des améliorations du système de transport conduisent Rietveld et Vickermann à affirmer que « la réduction des coûts de transport n'a pas diminué l'importance du transport en tant que facteur dans l'organisation de l'économie spatiale et de la fortune économique des régions »⁴⁶⁰.

De nombreux géographes rejettent cette idée de la fin de la distance. Ainsi pour Lévy « l'idée que la facilité d'obtenir des relations entre différents lieux du globe parfois éloignés, permise à la fois par la vitesse des télécommunications et par la mobilité matérielle efface les distances est clairement fausse »⁴⁶¹. L'argument social est aussi avancé par Abler qui souligne combien les transports rapides effaçant l'espace ne sont pas accessibles au plus grand nombre⁴⁶². L'approche géo-historique défendue par Grataloup souligne que, malgré l'émergence d'une société-monde, la thèse d'une « fin des territoires » se heurte à la résistance des « racines des différents modes de production du lien social, localisé et localisant »⁴⁶³. Brunet ironise et, pastichant Mallarmé, désigne dans une antiphrase la distance comme un « aboli bibelot d'inanité spatiale »⁴⁶⁴.

454 « The world is spiky Globalization has changed the economic playing field, but hasn't leveled it », *Atlantic Monthly* 296, n° 3 (2005): 48.

455 Zachary P. Neal, *The connected city: How networks are shaping the modern metropolis* (Routledge, 2012), 160, <http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=I9vIK8GczxcC&oi=fnd&pg=PP1&dq=connected+city+&ots=Zq0rzMWpKj&sig=uqf8zCSxGCV0UMgTkK96zBSstH0>.

456 « Is the World "Flat" or "Spiky"? ».

457 « Transport in regional science: the "death of distance" is premature ».

458 Marius Brühlhart, Matthieu Crozet, et Pamina Koenig, « Enlargement and the EU periphery: the impact of changing market potential », *The World Economy* 27, n° 6 (2004): 853-75; Philippe Monfort, *Convergence of EU Regions: Measures and Evolution* (European Commission, Regional Policy, 2008), <https://infoeuropa.eu/rocid.pt/files/database/000047001-000048000/000047547.pdf>.

459 Lisa Van Well et al., *Enlargement of the European Union and the wider European Perspective as regards its Polycentric Spatial Structure* (ESPON, 2005), http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/652/index_EN.html.

460 Rietveld et Vickermann, « Transport in regional science: the "death of distance" is premature », 245.

461 *L'invention du monde*, 310.

462 *Human Geography in a Shrinking World*, 9.

463 « La Condition géohistorique entre diffusion et asabiya », 226.

464 Brunet, « Les sens de la distance », 30.

Suivant l'analyse de Latour selon laquelle les objets modernes participent à la fois du technique, du culturel, du politique et de l'économique⁴⁶⁵, Graham considère qu'il est aujourd'hui impossible de séparer les lieux et les espaces des réseaux technologiques⁴⁶⁶. Dès lors, sans surprise, Graham répond à l'interrogation sur la pertinence de la géographie en lui conférant une place essentielle dans les analyses urbaines, au sein d'une conception élargie, hybridée par les relations nouvelles créées par les technologies.

La fin de la distance est aussi une discussion intéressant les sociologues. Pour Boden et Molotch, même dans notre monde technologique, la coprésence reste fondamentale : « au travers de la confiance, de l'engagement et de la compréhension détaillée rendues possibles par les situations de coprésence la distanciation spatio-temporelle essentielle de la société moderne est réalisée »⁴⁶⁷.

On voit combien cette polémique constitue un débat stimulant pour la réflexion sur l'espace en géographie, en économie, en urbanisme et en aménagement. Nous proposons de prolonger l'investigation sur le terrain de la discussion des propriétés mathématiques de la distance dans les domaines de l'analyse de l'espace des sciences humaines et sociales.

Remise en cause des propriétés mathématiques : les trois erreurs d'interprétation de la violation de l'inégalité triangulaire

Une grande part de la littérature sur la distance met à l'écart la question des propriétés mathématiques. Le choix fait par de nombreux auteurs de ne pas insister sur les propriétés métriques des distances, ou plutôt de laisser libre leur respect ou non, et en particulier concernant l'inégalité triangulaire, est justifié par deux postures différentes.

Une première raison tient au fait que certains veulent se donner un cadre théorique intégrant les distances spatiales et les distances non-spatiales. C'est clairement le cas chez le géographe Gatrell⁴⁶⁸ et plus généralement pour une grande partie des tenants des espaces plastiques⁴⁶⁹, à l'exception notable de Tobler. Se posant des questions fondamentales de cartographie, autour des systèmes de projection et des distances produites par les systèmes de transport, Tobler répugne à déchirer ses cartes, à en rompre la topologie interne. Ou bien quand il le fait, il le note et souligne le caractère exceptionnel de ces transformations. Les autres auteurs sont plus enclins à réduire au maximum les contraintes mathématiques de leur cadre de réflexion, au risque de sacrifier les propriétés liées à la spatialité.

Une seconde raison de ce choix tient à une orientation épistémologique en faveur de la recherche d'une formule analytique de la distance. C'est en particulier le cas de beaucoup de recherches sur les espaces mentaux⁴⁷⁰ ou sur les surfaces de transport⁴⁷¹. Cette approche cherche à établir par approximation une formule représentant au mieux des données de distance provenant soit de représentations mentales, soit de mesures géographiques. Si ces auteurs discutent des propriétés

465 *Nous n'avons jamais été modernes : Essai d'anthropologie symétrique* (Editions La Découverte, 1991), http://fr.wikipedia.org/wiki/Nous_n%27avons_jamais_%C3%A9t%C3%A9_modernes.

466 « The end of geography or the explosion of place? Conceptualizing space, place and information technology », *Progress in human geography* 22, n° 2 (1998): 181.

467 « The Compulsion of proximity », 277.

468 Gatrell, *Distance and space*.

469 Bernard Marchand, « Deformation of a transportation surface », *Annals of the Association of American Geographers* 63 (1973): 507-521; R.G. Golledge et L.J. Hubert, « Some comments on non-Euclidean mental maps », *Environment and planning A*, n° 14 (1982): 107-118.

470 Tobler, « The geometry of mental maps »; Golledge et Hubert, « Some comments on non-Euclidean mental maps ».

471 Tobler, « Map transformation of geographic space »; Marchand, « Deformation of a transportation surface »; G.O. Ewing et R. Wolfe, « Surface feature interpolation on two-dimensional time-space maps », *Environment and Planning A* 9 (1977): 419-437; G.M. Hyman et L. Mayhew, « Advances in travel geometry and urban modelling », *GeoJournal*, n° 59 (2004): 191-207.

mathématiques des formules analytiques qu'ils proposent, ils ne s'intéressent pas directement à la nature métrique ou non-métrique des mesures elles-mêmes. La discussion éventuelle porte sur les écarts entre mesures observées et calculs issus du modèle. Ici la focale est mise sur la compréhension de la distance, et non pas sur l'espace directement, en suivant le raisonnement selon lequel une meilleure connaissance de celui-ci devrait découler d'une meilleure formulation de celle-là.

Ces deux orientations mises de côté, le débat le plus intéressant porte sur la remise en cause une à une des propriétés mathématiques des distances, nous allons maintenant l'exposer.

On dispose d'un côté de définitions de la distance dans les champs de la géographie, de l'économie et de l'analyse spatiale et de l'autre de définitions abstraites mathématiques aux propriétés établies, vérifiables, démontrables⁴⁷². Pour les sciences humaines et sociales, l'enjeu consiste, par le dialogue entre ces deux domaines, à établir des correspondances entre les définitions, entre les propriétés. Ainsi on cherche à savoir si les propriétés mathématiques se vérifient dans les mesures empiriques. Si tel n'est pas le cas on va chercher à construire un nouvel appareil mathématique adapté aux propriétés appauvries ou enrichies selon le cas⁴⁷³.

La démarche scientifique invite à poser la totalité des questions possibles face à une construction intellectuelle telle que la distance. La remise en cause des conceptions existantes fait partie intégrante de la démarche scientifique. Les avancées de la connaissance consistent le plus souvent à faire évoluer celle-ci et donc à abandonner des conceptions antérieures. Cependant nous voulons ici affirmer que la posture de remise en cause, tout en étant nécessaire et fondamentale, n'est pas toujours fructueuse dans l'avancée du savoir. Dans le domaine des sciences humaines et sociales, si la remise en cause d'un concept ou d'une idée théorique, comme la distance, n'est pas validée par les faits, alors elle n'est pas pertinente et en reste au niveau d'une hypothèse intellectuelle sans implication pratique, c'est-à-dire une conjecture au sens du langage courant.

Dans l'entreprise scientifique de remise en question des fondements mathématiques de la distance une des voies privilégiées consiste à tester ce que pourrait signifier, pour les analyses géographiques, la remise en cause des quatre propriétés fondamentales. Nous avons montré que c'est la discussion sur la dernière propriété de l'inégalité triangulaire qui s'avère la plus digne d'intérêt⁴⁷⁴. La symétrie est de toute évidence une propriété inconnue des espaces géographiques⁴⁷⁵, mais l'enjeu épistémologique de cette observation n'est pas aussi profond que celui lié à l'inégalité du triangle.

J'ai exposé dans ma thèse de doctorat une première série de problèmes posés par la supposée violation de l'inégalité triangulaire dans le domaine des transports⁴⁷⁶. Rappelons que notre analyse voit l'inégalité triangulaire comme garante de l'optimalité de la mesure de la distance. Nous reprenons et étendons ici cette analyse, en particulier avec des sources récentes, car elle constitue un sujet de discussion très illustratif des débats actuels sur la distance et plus généralement sur la conception des transports dans la littérature académique.

Toute une littérature en géographie, mais aussi en économie est, depuis les années 1960, imprégnée de l'idée des *espaces plastiques* pour reprendre l'énoncé du géographe Forer⁴⁷⁷ et qui met en avant une conception renouvelée de l'étendue spatiale s'exprimant en particulier par des cartographies déformées comme les anamorphoses⁴⁷⁸. Ces travaux ont cherché à illustrer les formes prises par

472 Confère au paragraphe « Erreur : source de la référence non trouvée », page Erreur : source de la référence non trouvée.

473 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide », 113.

474 Ibid., 120.

475 Brunet, « Les sens de la distance », 16.

476 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide », 120.

477 « A Place for plastic space ».

478 Waldo Rudolph Tobler, « Geographic area and map projections », *Geographical Review* 53 (1963): 59-78; Gatrell, *Distance and space*; C. Cauvin, « Espaces cognitifs et transformations cartographiques », 1984; Rimbart, *Carto-*

l'espace géographique en fonction de relations entre les lieux⁴⁷⁹ en réaction à la rigidité de la cartographie conventionnelle tendue dans un effort de réduction de l'inexactitude et de la distorsion⁴⁸⁰ que l'on peut voir comme un prolongement de l'orientation scientifique fixée par Ptolémée, une quête d'exactitude⁴⁸¹. De ce fait je ne partage pas le reproche que Lévy fait à la cartographie actuelle de n'avoir pas suivi le « tournant » que la géographie a pu imprimer dans les sciences sociales⁴⁸². Même si ces idées étaient en germe dans des travaux cartographiques du début du 20e siècle⁴⁸³, les cartographies des espaces plastiques, ont constitué un renouvellement en profondeur des conceptions de l'espace de la géographie. Or les images produites par ces recherches induisent une remise en cause, explicite ou implicite, des conceptions antérieures de l'espace et des distances, pour l'essentiel euclidiennes comme on l'a vu⁴⁸⁴. Ma thèse de doctorat mise à part, aucune source ne détaille en profondeur le sens géographique de l'inégalité triangulaire. Au contraire, lorsqu'elle est évoquée, elle est mentionnée rapidement et fait régulièrement l'objet d'erreurs d'interprétation.

Nous allons examiner de manière critique la littérature académique ayant discuté la définition de la distance et de la propriété de l'inégalité triangulaire, en recensant les erreurs d'interprétation, au nombre de trois, commises aussi bien par les géographes que par les économistes. Dans la thèse de doctorat nous avons identifiée une unique erreur. Il nous a semblé pertinent de la subdiviser en trois erreurs. L'une générale et les deux autres constituant des formalisations particulières de cette erreur générale ; les trois interprétations sont étroitement liées.

Une **première série d'erreurs** porte sur le fait de considérer une mesure sous-optimale de l'écartement entre deux lieux comme équivalente à une mesure de distance.

Le géographe quantitatif Haggett présente le problème consistant à représenter correctement la position d'un ensemble de villes p, q, r, et s séparées par des écarts donnés⁴⁸⁵ :

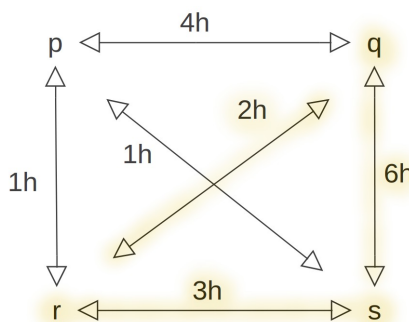
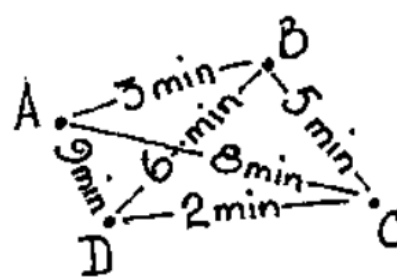


Illustration 44. Quatre villes séparées par des écarts, mesures non optimales violant l'inégalité du triangle, respectant l'inégalité du triangle c'est nous qui soulignons (Haggett (Lynch 1981) 2001, 341)



Cette illustration reprend en grande partie les données d'un exemple présenté précédemment⁴⁸⁶. Or dans son exemple d'application, représentée sur la figure 44, les mesures ne respectent pas l'inégalité triangulaire : ainsi entre q et s l'écart est de 6 heures mais en passant par r, si on additionne les écarts (2+3) on aboutit à une mesure de 5 heures. Ceci signifie que la mesure indiquée par Haggett n'est pas la plus petite mesure observée dans les chemins liant les villes entre elles. Au sens mathématique la mesure présentée par Haggett est un écart, c'est-à-dire une mesure sans propriétés particulières⁴⁸⁷, mais n'est pas une distance, car elle comprend des mesures non optimales. Cette situation sub-optimale est présente pour d'autres couples de villes. Certes Haggett est resté prudent dans sa désignation, utilisant le vocable

graphies.

479 Pumain, « Essai sur la distance et l'espace géographique », 37.

480 Jean-Claude Müller, « Non-Euclidean geographic spaces: mapping functional distances », *Geographical analysis* 14 (1982): 189-203.

481 Ptolémée, *Traité de géographie de Claude Ptolémée*.

482 Lévy, « A Cartographic Turn? ».

483 Joseph Letacounoux, « Note comparative sur la distance en temps entre l'intérieur de la Bretagne et la mer, au XVIIIe, XIXe et XXe siècle », *Annales de Bretagne* 23, n° 3 (1907): 305-321, doi:10.3406/abpo.1907.1272.

484 Dans la partie intitulée « L'encombrante distance euclidienne », page 50.

485 Peter Haggett, *Geography, a global synthesis* (Harlow: Prentice Hall, 2001), 341.

486 Peter Haggett, Andrew D. Cliff, et Allan E. Frey, *Locational methods in human geography* (London: Edward Arnold, 1977), 326.

487 Comme nous l'avons définie à la page 56.

Haggett semble avoir disposé des nombres choisis aléatoirement sur son diagramme. Or s'il s'agit bien d'un espace géographique comme il le laisse supposer puisque les sommets sont des villes, on devrait pouvoir retrouver des propriétés de l'espace et des réseaux dans les mesures qu'il indique. Deux chemins peuvent avoir des longueurs différentes, mais si un chemin est plus court alors il correspond à une distance ; s'il existe un chemin plus court que celui indiqué alors celui-ci n'est pas la distance, n'est pas le chemin réel, observable. L'itinéraire le plus court doit être privilégié pour représenter l'écart entre les deux lieux.

La représentation de Haggett est la seule relevée au cours de cette analyse bibliographique qui présente des mesures sous-optimales, mais elle est représentative d'une conception de la distance comme une abstraction sans propriétés particulières⁴⁸⁸. Au contraire, une illustration de même type proposée par Lynch présente des mesures optimales de durées entre quatre points⁴⁸⁹. Ici, sur l'illustration 45, ce sont bien des mesures d'une distance qui sont représentées.

Parmi les représentations des distances fournies au public, les expériences menées à Genève depuis les années 2000 fournissent des illustrations très intéressantes⁴⁹⁰. Ainsi la figure ci-contre montre-t-elle une cartographie des distances piétonnes dans la ville de Genève. On constatera que les mesures indiquées sont des distances au sens mathématique, et qu'elles respectent toutes l'inégalité triangulaire. Pour vérifier le respect de la propriété il suffit d'examiner, à l'intérieur de chacune des mailles du graphe, les valeurs de distance associées aux arcs : les éventuelles violations sont alors apparentes, comme celle illustrée sur la figure 44 au-dessus. Une mesure sous-optimale sur



Illustration 46. Distances-temps du piéton à Genève en 2000 (Lavadin
no 2011, 433)

metrominuto
Pontevedra



Illustration 47. Distances-temps dans le plan piéton de la ville de Pontevedra (site web www.pontevedra.es consulté en août 2014)

488 Gatrell, *Distance and space*; Dumolard, « Distances, accessibility and spatial diffusion ».

489 Lynch, *L'Image de la cité*, 191.

ce plan n'aurait aucun sens pour le lecteur qui cherche à construire un itinéraire et à évaluer le temps nécessaire pour son trajet. Cette représentation est un autre exemple de respect de l'inégalité triangulaire.

Plus récemment, la commune espagnole de Pontevedra a proposé un plan piéton avec des distances indiquées en durée et en longueur de trajet en mètres entre un ensemble de lieux urbains significatifs. En plus des trajets directs entre les principaux lieux, le plan figure aussi des distances entre des itinéraires plus longs distingués par des couleurs différentes, par exemple entre le centre urbain et un lieu périphérique comme le campus universitaire. Là aussi le respect de l'inégalité triangulaire est patent.

Nous reviendrons plus bas sur la question de l'optimalité de la distance⁴⁹¹.

Une **deuxième série d'erreurs**, qui est la plus fréquemment observée, concerne la confusion entre ligne droite et plus court chemin.

Commençons par Müller, géographe, spécialiste de cartographie et d'information géographique, qui en 1982 donne l'exemple d'un « automobiliste effectuant un détour pour éviter la congestion [comme une] preuve d'une situation où l'inégalité du triangle ne s'applique plus »⁴⁹². Dans cette situation l'automobiliste cherche à minimiser la durée de son déplacement. Dans une perspective économique, la distance est définie comme un chemin minimal. En conséquence, ici, la distance sera calculée selon un itinéraire minimisant la durée totale du déplacement, ce qui entraîne un respect de l'inégalité triangulaire. Dans l'exemple de Müller c'est la loi d'Archimède, le fait que la ligne droite soit la plus courte entre deux points⁴⁹³, qui est violée et non pas l'inégalité triangulaire. S'appuyant sur des travaux menés par son équipe dans les années 1970⁴⁹⁴, Golledge décrit une situation de violation de l'inégalité triangulaire, à certains moments, dans l'espace cognitif urbain⁴⁹⁵. Cette situation s'apparente au cas de la congestion sur lequel s'appuie Müller.

Cette même interprétation erronée est développée par la géographe Cauvin dans sa thèse de 1984, à partir de la comparaison des durées de déplacement entre un itinéraire le long d'une route secondaire alignée sur la *ligne droite*, et un itinéraire empruntant une autoroute effectuant un détour⁴⁹⁶. Pour Cauvin, « l'automobiliste aura besoin de moins de temps pour franchir la distance [pq + qr] que la distance [pr], en particulier s'il possède une automobile puissante »⁴⁹⁷. Elle en déduit que « en unités de temps, l'inégalité du triangle [...] est violée ». Ici, comme dans l'exemple de Müller, la ligne droite n'est pas le chemin le plus court, mais l'inégalité du triangle n'est pour autant pas violée. Il s'agit en fait d'une confusion entre la métrique euclidienne et une métrique économique calculée le long d'un itinéraire de coût minimal. Tous ces auteurs concluent à une violation de l'inégalité triangulaire dans une situation où la ligne droite n'est pas le chemin le plus court.

Les géographes Ahmed et Miller mentionnent la possibilité pour une matrice de temps de déplacement de violer l'inégalité triangulaire dans le cas où « des trajets indirects sont plus courts que des trajets directs »⁴⁹⁸. Ici aussi la référence est faite à un trajet proche de la ligne droite, direct, par opposition à un trajet comportant des détours. C'est implicitement une référence à la ligne droite euclidienne, comme dans les interprétations précédentes.

490 Sonia Lavadinho, « Le renouveau de la marche urbaine: Terrains, acteurs et politiques » (Ecole normale supérieure de Lyon-ENS LYON, 2011), 433, <http://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00737160/>.

491 Nous consacrons plus loin une section entière à cette question : « La distance et l'optimum », à partir de la page 100.

492 « Non-Euclidean geographic spaces: mapping functional distances », 191.

493 Ce n'est pas Euclide mais Archimède qui le premier énonce le caractère optimal de la ligne droite « de toutes les lignes ayant les mêmes extrémités la ligne droite est la plus courte » (Heath, *The Works Of Archimedes*, 193.).

494 Victoria Lynne Rivizzigno, « Cognitive representations of an urban area » (Ohio State University, 1976).

495 *Wayfinding Behavior: Cognitive Mapping and Other Spatial Processes* (JHU Press, 1999), 8.

496 « Espaces cognitifs et transformations cartographiques », 62.

497 Ibid.

498 « Time-space transformations of geographic space for exploring, analyzing and visualizing transportation systems », *Journal of Transport Geography* 15, n° 1 (2007): 4, doi:10.1016/j.jtrangeo.2005.11.004.

La confusion est aussi reprise par Lévy⁴⁹⁹ qui présente l'inégalité du triangle comme étant une caractéristique de la distance euclidienne. Il considère que cette propriété n'est pas observée dans le cas d'un chemin empruntant les réseaux de transport rapide « peu connexes »⁵⁰⁰.

Toujours chez les géographes, Dumolard présente l'inégalité du triangle comme le fait que tous les chemins différents d'une ligne droite sont plus longs que la ligne droite⁵⁰¹. Il s'agit encore d'une référence à l'espace euclidien ; on sait pourtant que la plupart des distances géographiques sont non-euclidiennes.

La même interprétation est établie, en économie spatiale, par Perreur en 1989 concernant le chemin minimal calculé selon la loi de la réfraction en optique⁵⁰². Perreur va jusqu'à écrire que le non-respect systématique de l'inégalité triangulaire, en réalité le fait que la ligne droite soit rarement le chemin optimal, traduit l'idée que « l'espace économique n'est pas métrique »⁵⁰³. Cette interprétation disparaît dans l'article écrit avec Huriot en 1990⁵⁰⁴. Ils font alors référence à la nature non-euclidienne du mouvement : « l'itinéraire choisi s'écarte de la ligne droite ». Cette dernière citation porte la discussion sur la forme de la distance, et il n'est plus question d'une violation de l'inégalité du triangle.

En économie spatiale également, le travail de Rouget mentionne la possibilité que « sur de petits parcours, cas fréquent en ville » l'inégalité du triangle n'est pas respectée par la « distance effective exprimée en temps de transport »⁵⁰⁵. Cette interprétation fait référence au caractère non-euclidien des petits trajets urbains.

On retrouve cette interprétation erronée dans la préface d'un ouvrage interdisciplinaire sur la proximité, écrite par Lamure, informaticien, qui explique les quatre axiomes de la distance en écrivant que « l'inégalité triangulaire affirme que le plus court chemin d'un point à un autre est la ligne droite »⁵⁰⁶. Plus loin il pose que cette idée apparaît comme une évidence⁵⁰⁷.

Le lecteur sera sans doute lassé de cette litanie d'erreurs d'interprétation. Pourtant l'accumulation permet d'insister sur la prégnance de ce problème, et démontre la nécessité d'y répondre et de proposer une interprétation correcte.

La plupart de ces confusions provient de l'idée que l'on considère la longueur d'un chemin minimum en temps comme une distance. Or ceci est une erreur, car cette longueur n'est pas le seul élément qu'il faut optimiser dans le cas d'un réseau comportant des vitesses différentes, c'est-à-dire le cas le plus général dans les espaces géographiques. De plus, les espaces en question ne sont pas euclidiens, ce qui entraîne que la vérification de l'inégalité triangulaire ne peut s'appuyer sur des lignes droites.

La **troisième série d'erreurs** provient d'une discussion économique sur les problèmes d'additivité de portions de trajet pour former des itinéraires complets.

Nous avons présenté précédemment, dans la section consacrée à « La distance en économie »⁵⁰⁸, la distance de coût minimum proposée par Huriot, Smith et Thisse, qui permet de considérer le caractère sub-additif des portions de trajet composant un itinéraire optimal⁵⁰⁹. Le transport aérien de

499 « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 181.

500 Ibid.

501 « Distances, accessibility and spatial diffusion », 190.

502 « L'Evolution des représentations de la distance et l'Aménagement du territoire », *RERU*, n° 1 (1989): 133.

503 Ibid.

504 Huriot et Perreur, « Distances, espaces et représentations », 227.

505 « L'Analyse spatiale en économie urbaine: essai méthodologique », 1975, 203.

506 « Proximité (s), voisinage et distance », in *Approches multifformes de la proximité*, éd. par Michel Bellet, Thierry Kirat, et Christine Largeron, Interdisciplinarité et nouveaux outils (Hermès, 1998), 10.

507 Lamure, « Proximité (s), voisinage et distance ».

508 Nous avons exposé en détail la notion de sub-additivité et ses implications pour la mesure des distances à la fin de la partie intitulée « La distance en économie » débutant à la page 78.

509 « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis ».

personnes offre la meilleure illustration du principe de sub-additivité, en proposant des trajets via des hubs qui sont souvent moins chers pour le voyageur que la somme des coûts individuels des vols combinés les uns avec les autres. Or, à l'inverse, il existe pour Huriot, Smith et Thisse, de très nombreux cas où la distance-coût minimum entre deux lieux est supérieure à la somme des coûts des segments de trajets qui la composent. Dans l'exemple aérien, si l'on se place dans une vision spatio-temporelle, alors le temps d'attente dans le hub occasionne un surcoût temporel par rapport à la somme des temps de trajets des deux vols connectés⁵¹⁰. Si l'on suit la logique des auteurs, qui lient ces phénomènes à la violation de l'inégalité triangulaire, cette observation semble indiquer une dimension sous-optimale du déplacement pour l'individu. Plus généralement, les auteurs considèrent la présence des aires de repos comme une illustration de ce problème d'additivité dans la mesure de la distance⁵¹¹. Si l'aire de repos est située en B alors le temps de trajet de A à C, comportant une pause en B, sera supérieur à la somme de la durée des deux trajets de A à B et de B à C. Ce cas montre une violation directe de l'inégalité triangulaire, dans le cas d'une fonction de coût, ici représentée par du temps, non continue, comportant un seuil fixe au-delà d'une certaine quantité de temps passé à circuler. En effet alors, en temps de trajet :

$$d(A, C) > d(A, B) + d(B, C)$$

Car le trajet direct comporte un temps de pause en B non comptabilisé dans les deux portions AB et BC. D'un certain point de vue, cette situation constitue une aberration sur le plan économique⁵¹², car, si ces trajets étaient des biens échangeables, pourquoi ne pas additionner le coût des deux portions pour rendre compte du coût de l'itinéraire complet ? Nous avons donné plus haut⁵¹³ l'exemple d'une fonction de distance discontinue avec le temps de conduite des camionneurs comportant des pauses imposées par la réglementation. Cette situation est omniprésente dans les mondes économiques et géographiques : elle renvoie au temps de pause du conducteur et aux temps de correspondance dans les transports à horaires, mais aussi au plein de carburant pour les voitures et plus généralement à l'approvisionnement en énergie des véhicules et à l'assouvissement des besoins des voyageurs. La langue française fournit des expressions pour presque toutes ces situations⁵¹⁴, avec la pause-déjeuner, la pause-café, la pause-détente, la pause-promenade pour le chien lors du long trajet vers les vacances sans oublier évidemment, la pause-pipi !

Pour traiter cette configuration, nous proposons de construire un raisonnement à partir des éléments acquis jusqu'à présent. Supposons l'existence d'un trajet de A à C qui est optimal en passant par le lieu B qui comporte le besoin d'un temps d'attente. Il n'existe donc pas de trajet plus rapide. Nous pouvons formuler l'affirmation suivante : parce que le trajet AC nécessite un temps d'attente en B, la durée du trajet complet AC ne se réduit pas à la seule somme des durées des deux portions de trajet AB et BC qui exclurait le temps d'attente en B qui est nécessaire à la réalisation du trajet. La durée du trajet AC passant par B est supérieure à la somme des durées de trajets AB et BC. Pourtant ce trajet est optimal en temps. Son optimalité n'est pas en cause. Ce n'est pas l'inégalité du triangle, garante de l'optimalité qui est en cause, mais l'additivité de la distance. En distance-temps on peut donc écrire :

$$d(A, C) = d(A, B) + t_a + d(B, C) \quad \text{avec } t_a \text{ pour le temps d'attente}$$

Or, cette équation est en violation directe avec l'équation de l'inégalité triangulaire.

Pour résoudre ce problème, on pourrait envisager d'introduire un terme de distance non nul de B à B pour exprimer l'attente ou le coût en ce lieu. Or si la fonction de distance renvoie un terme non nul d'un lieu à lui-même elle violerait la seconde propriété des distances, celle de la séparation. Celle-ci stipule que la distance est nulle si et seulement si elle est mesurée d'un lieu à lui-même. Ceci signifie que deux lieux différents sont séparés par une distance non nulle et que la nullité de la distance

510 Ibid., 313.

511 Ibid.

512 Ibid., 300.

513 Confère à la partie intitulée « Les distances des modes de transport », page 58.

514 Site web Ortolang <http://www.cnrtl.fr/definition/pause> consulté en 2014.

correspond à une étendue spatiale inexistante. Dans notre cas cela reviendrait à introduire une distance non-nulle pour une relation sans étendue spatiale, ce qui détacherait la mesure de la distance de la spatialité. Plutôt que de remettre en cause cette propriété fortement liée à l'espace, qui de plus nous ferait entrer dans le domaine non-métrique, nous allons nous tourner vers une autre formulation qui évite d'en passer par cette entorse aux propriétés des distances.

Pour traiter cette situation, une autre piste consiste à introduire un opérateur mathématique en s'inspirant de l'approche de Huriot, Smith et Thisse. Pour donner la possibilité de chaînage de morceaux optimaux d'itinéraires donnant lieu à des itinéraires complets laissant la possibilité de sub-additivité, les trois auteurs introduisent un *opérateur de chaînage des trajets*⁵¹⁵. Cet opérateur pourrait alors tout aussi bien produire des distances dont le coût serait supérieur à la somme des coûts des deux morceaux de trajet individuels. Ce nouvel opérateur se substituerait alors à l'addition utilisée pour les propriétés des distances. Comme on l'a vu précédemment, certaines fonctions de distance-temps comportent une discontinuité ponctuelle qui entraîne des problèmes d'additivité. L'opérateur produira une distance qui renvoie au coût du chaînage du déplacement complet qui peut être différent de la simple somme des coûts des portions de trajet. Le coût de trajets chaînés peut s'avérer inférieur, égal ou supérieur à la somme des coûts des trajets individuels. Cet opérateur étend l'opérateur proposé par Huriot, Thisse et Smith en envisageant la sub-additivité de trajets que l'opérateur optimise comme dans l'exemple des hubs aériens, mais aussi la *sur-additivité* de trajets nécessitant une pause.

Par construction $d(A, C)$ est minimal, donc on ne doit rencontrer aucun problème dans l'addition des coûts des morceaux de trajets qui compose l'itinéraire. Pour cela, on introduit l'opérateur \ddagger pour produire la longueur correspondant à l'addition de deux morceaux d'un même itinéraire :

$$d(A, C) = d(A, B) \ddagger d(B, C)$$

$$d(A, C) = d(A, B) + t_a + d(B, C) \text{ avec } t_a \text{ pour le temps d'attente}$$

Avec cette nouvelle formulation, le cumul des longueurs produites par deux portions de chemin occasionne un coût supplémentaire lié à l'éventuel franchissement d'un seuil ou d'une discontinuité de la fonction de coût. On peut alors reformuler l'inégalité du triangle comme suit :

$$d(A, C) \leq d(A, B) \ddagger d(B, C)$$

$$d(A, C) \leq d(A, B) + t_a + d(B, C)$$

Cette formulation stipule que, quel que soit B, le chemin entre A et C passant par B possède un coût, une longueur ou une durée de valeur supérieure ou égale à celle du chemin minimum entre A et C. Avec cette nouvelle formulation il devient possible d'intégrer les deux cas de l'additivité des distances : la *sub-additivité* liée à l'optimisation pour les opérateurs de transport et la *sur-additivité* liée à la discontinuité de la fonction de coût due à la nécessaire recharge de l'énergie consommée par l'effort du déplacement.

Illustrons cette formulation de la distance sur une situation imaginaire. Soit une grande plaine comportant de longues routes rectilignes reliant entre eux de grandes entités urbaines. De la mégapole A à la mégapole C il faut seize heures de conduite sur une de ces interminables et mornes routes, si bien qu'une nuit de repos est indispensable à mi-chemin, dans le motel B. Les deux

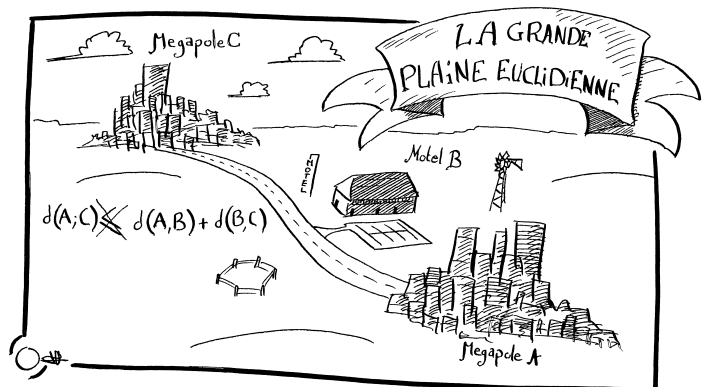


Illustration 48. La grande plaine euclidienne, illustration du respect de l'inégalité triangulaire dans le cas d'une pause nécessaire au cours d'un long trajet (dessin de Jules L'Hostis 2014)

⁵¹⁵ « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis », 300.

portions de trajet de la ville A au motel B, et du motel vers la ville C, prennent l'un et l'autre huit heures de voiture. La simple somme de ces deux portions donne seize heures, mais avec la nuit de repos indispensable on en arrive à un total de vingt-quatre heures de trajet total et non pas seize heures. La voie est rectiligne, donc la distance s'apparente à une distance euclidienne ; aucun risque de se tromper de route, ni d'envisager un itinéraire plus rapide. Pourtant dans cette situation, le chemin A-B-C est le chemin optimal en temps : il comporte une pause en B, et la durée totale du trajet n'est pas la simple somme des deux portions de trajet, mais bien la somme issue de l'opérateur \oplus que nous avons introduit au-dessus et qui ajoute le temps de repos nécessaire pour le chemin optimal.

Précisons que cette nouvelle formulation de la distance nous fait nécessairement sortir du cadre euclidien car la mesure de la distance ne pourra plus découler de la formule indiquant la longueur de la ligne droite, mais que nous restons dans le cadre plus général des distances.

Cette investigation montre que, abstraction faite des erreurs et confusions, la possibilité de violations de l'inégalité triangulaire relève de la supposition pure, selon une construction intellectuelle ne correspondant à aucun fait observable : beaucoup de sources mentionnent l'existence de violations, mais aucune source scientifique ne présente des espaces-temps économiques ou géographiques violant l'inégalité triangulaire.

Cette conclusion est importante parce que l'inégalité du triangle est au cœur de la définition de l'espace de la géographie. Sa violation correspond à une rupture spatiale ou à l'irruption d'une sous-optimalité de la distance.

Cette revue critique de la littérature économique et géographique illustre aussi bien la difficulté à interpréter l'axiome de l'inégalité triangulaire, qu'elle démontre la prégnance du modèle euclidien de la distance. Dit autrement, notre analyse dévoile le modèle euclidien de l'espace dans les conceptions implicites et pointe les contradictions entre cet implicite et les propriétés des espaces géographiques.

L'inégalité triangulaire respectée : cohérence de la distance et de l'espace et introduction de l'optimum

Dans mon travail de thèse, il a été possible de démontrer que le non-respect de l'inégalité triangulaire pose de redoutables difficultés pour la cartographie⁵¹⁶. Ceci s'explique par la rupture des continuités de la surface géographique, qui se traduisent par des ruptures topologiques au sens des voisinages : c'est le problème de l'inversion spatiale formalisé par Bunge⁵¹⁷ et Tobler⁵¹⁸ qui est très répandu dans les espaces géographiques⁵¹⁹. Nous allons ici approfondir le recensement et l'étude des travaux discutant de l'inégalité triangulaire dans les domaines de l'économie et de la géographie.

L'économiste Smith attribue au mathématicien Fréchet⁵²⁰, qui le premier formalise la distance et ses quatre propriétés, la démonstration que l'inégalité du triangle est la propriété fondamentale des distances⁵²¹. En effet pour Fréchet, la forme générale de la fonction renvoyant une mesure entre deux points est un écart, qui ne devient une distance que si elle respecte l'inégalité triangulaire⁵²².

Dans le domaine de l'économie, Smith a démontré que toute mesure basée sur les chemins minimaux respecte l'inégalité triangulaire⁵²³. Ceci signifie que développer des espaces violant l'inégalité du

516 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide », 116.

517 *Theoretical geography*, 172.

518 Tobler, « Map transformation of geographic space », 106.

519 Gatrell, *Distance and space*, 46.

520 « Sur quelques points du calcul fonctionnel »; « Relations entre les notions de limite et de distance », *Transactions of the American Mathematical Society* 19, n° 1 (1918): 53-65.

521 « Shortest-Path Distances: An Axiomatic Approach », *Geographical analysis* 21, n° 1 (1989): 5.

522 « Relations entre les notions de limite et de distance », 55.

523 « Shortest-Path Distances », 15.

triangle implique de créer des relations entre lieux qui ne soient pas des chemins minimaux ; comme exemple de distance violant l'inégalité du triangle Smith propose de traiter le cas de la distance de discrimination de deux objets vus par un radar⁵²⁴. Dans le même esprit, Gatrell introduit aussi une mesure violant l'inégalité du triangle, mais il s'agit d'un indice non spatial de similarité⁵²⁵, et Felsenstein discute de la possibilité de distances non-métriques dans le domaine de l'étude des écarts entre espèces vivantes⁵²⁶. Le mathématicien Lamure a aussi proposé des distances violant l'inégalité triangulaire, mais pour des applications de traitement d'image⁵²⁷. On voit que l'on est loin des distances de la géographie des transports. C'est un point important, car le dessin d'un réseau de transport peut comporter des chemins directs, proches de la ligne droite, mais sous optimaux. Dans ce cas le dessin du réseau alimente la confusion : le chemin direct déclassé par l'infrastructure rapide reste une référence forte du projet de déplacement.

Dans la majorité des travaux traitant des flux internationaux, l'inégalité du triangle est considérée comme respectée à partir de considérations sur les arbitrages transfrontaliers⁵²⁸. Unique exception rencontrée dans le recensement bibliographique, pour Behrens et alii, l'inégalité du triangle peut être violée dans le cas de coûts de transaction non liés au transport⁵²⁹. Dans ce cas, il serait possible qu'une matrice globale des coûts d'interaction entre lieux, additionnant les coûts de transport à des coûts de transaction non liés au transport, donne naissance à une métrique sans inégalité triangulaire. En effet dans les flux internationaux, les coûts de transport ne sont pas seuls en jeu pour expliquer les distances. Regroupés sous le vocable des coûts de transaction, ces coûts recouvrent diverses réalités liées aux frontières géographiques, y compris politiques, historiques ou culturelles : une différence de langue peut contribuer à une réduction de moitié des interactions spatiales entre deux pays⁵³⁰. En particulier les frais de douane peuvent représenter un poids important dans les distances-coûts entre pays. Or ces frais n'ont pas de lien direct avec les distances en kilomètres parcourues par les marchandises. La formation de ces coûts dépend d'un ensemble de facteurs liés à des choix de politique économique nationale ou supra-nationale. Dès lors il est tout à fait possible, en théorie, d'imaginer une violation de l'inégalité triangulaire de ces coûts de transaction. Considérons les pays A, B producteurs et le pays C importateur. Il existe de forts droits de douane entre A et C, mais des frais réduits entre d'une part A et B et d'autre part entre B et C. Dans ce cas précis la somme des frais AB et BC peut très bien s'avérer inférieure aux frais d'importation directe de A vers C. L'hypothèse des arbitrages transfrontaliers consiste à considérer qu'une telle situation ne peut perdurer, car alors le pays intermédiaire B deviendrait un point d'entrée en C pour les produits exportés de A. Ce qui signifie que le flux économique cherchera à minimiser les coûts de transaction en traçant un chemin passant par des frais de douane réduits. Une politique économique pertinente du pays terminal, C, cherchera à répondre à ce dysfonctionnement soit en réduisant les frais directs de A à C soit en augmentant les frais de douane de B à C, de manière à taxer les flux directs et indirects en provenance du pays A. Ainsi le système des coûts de transaction est amené à s'aligner sur le principe de l'inégalité triangulaire, ou dit autrement à venir corriger les violations de l'inégalité triangulaire qui ne peuvent pas perdurer à terme dans le système international. L'hypothèse de Behrens d'une violation de l'inégalité triangulaire ne peut donc correspondre qu'à une anomalie transitoire.

Passons des domaines de l'économie, où l'on trouve donc des bases solides pour justifier le respect de l'inégalité triangulaire, aux thèmes des transports et des réseaux situés dans le champ de la géographie. Pour Ahmed et Miller dans la littérature sur les transports, les seules violations des propriétés métriques dont la « probabilité est suggérée » sont celles de la symétrie et de l'inégalité

524 Ibid., 7.

525 *Distance and space*, 38.

526 Joseph Felsenstein, « Distance methods: A reply to Farris », *Cladistics* 2, n° 2 (1986): 130-43.

527 « Espaces abstraits et reconnaissance des formes application au traitement des images digitales », 1987.

528 Lamure, « Proximité (s), voisinage et distance »; Jonathan Eaton et Samuel Kortum, « Technology, Geography, and Trade », *Econometrica* 70, n° 5 (2002): 1745, doi:10.1111/1468-0262.00352.

529 « Changes in transport and non-transport costs: local vs global impacts in a spatial network », *Regional Science and Urban Economics* 37, n° 6 (2007): 625-48.

530 Rietveld et Vickermann, « Transport in regional science: the "death of distance" is premature », 241.

triangulaire⁵³¹. Cette prudence des deux auteurs est probablement due au fait que leur propre étude portant sur l'espace-temps de la ville de Salt Lake City montre au contraire une absence de violation de l'inégalité du triangle⁵³². De plus, leur travail fait explicitement référence à la conjecture de Tobler, énoncée en 1997, selon laquelle ne retenir que les chemins minimaux, permet d'éviter de violer l'inégalité du triangle⁵³³.

Plus généralement, les travaux d'étude des graphes, correspondant à des réseaux géographiques ou non, apportent des analyses précieuses pour comprendre la nature des réseaux spatiaux. Schilling, Rosing et ReVelle notent que les deux caractéristiques qui permettent de distinguer les réseaux générés aléatoirement de ce qu'ils appellent des réseaux naturels, sont la symétrie et le respect de l'inégalité triangulaire⁵³⁴. Dans leur article portant sur le développement des algorithmes de localisation, ils montrent que c'est le fait d'imposer le respect de l'inégalité du triangle qui permet de faire converger le plus rapidement vers la solution⁵³⁵. Ceci constitue un argument supplémentaire pour affirmer l'importance de cette propriété pour les réseaux de la géographie.

Dans le domaine des cartes mentales, une large partie de l'exercice consiste à trouver une explication aux écarts entre l'espace mental et l'espace chorotaxique⁵³⁶. Notons que les analyses psychologiques de la représentation de l'espace et des distances révèlent que pour certains sujets il peut exister des violations de l'inégalité triangulaire⁵³⁷. Une partie de ces écarts peut être attribuée au manque de connaissance spatiale des individus : nos itinéraires routiniers nous font laisser dans l'inconnu des pans entiers de la ville⁵³⁸. Cependant ces écarts ne sont pas substantiels⁵³⁹, ce qui conduit Baird, Wagner et Noma à se ranger derrière l'hypothèse selon laquelle on pourrait tolérer ces écarts en tant qu'erreurs de mesure plutôt que d'affirmer que les espaces cognitifs sont non-métriques⁵⁴⁰.

Tobler propose plusieurs méthodes pour construire des espaces mathématiques à partir de données d'écart issues de mesures sur les systèmes de transport⁵⁴¹. À partir de longueurs de routes entre villes dans la région montagneuse du Colorado il construit des distances approximées par plusieurs méthodes issues de la régression multidimensionnelle. Pour Tobler si les données d'écart de proche en proche sont des distances minimales, alors la distance qui sera ensuite produite respectera l'inégalité triangulaire⁵⁴². Dans sa thèse, Tobler associe les violations de l'inégalité triangulaire à des inversions spatiales en posant qu'un « lieu situé à deux heures ne peut pas être plus proche qu'un lieu situé à une heure »⁵⁴³. Dans un contexte géographique, pour Tobler, la violation de l'inégalité triangulaire représente une aberration spatiale. Ceci s'applique tout autant dans un espace de coût.

Pour terminer cette investigation sur l'inégalité triangulaire, examinons la propriété de transitivité dans les réseaux. Les modélisations mathématiques des distances-réseaux proposent des constructions

531 « Time-space transformations of geographic space for exploring, analyzing and visualizing transportation systems ».

532 Ibid., 15.

533 « Visualizing the impact of transportation on spatial relations », in *Western Regional Science Association meeting* (Hawaii, 1997), 7.

534 « Network distance characteristics that affect computational effort in p-median location problems », *European Journal of Operational Research* 127, n° 3 (2000): 525-536.

535 Ibid.

536 Tobler, « The geometry of mental maps »; Gatrell, *Distance and space*, 130.

537 Cadwallader, « Problems in Cognitive Distance Implications for Cognitive Mapping »; Baird, Wagner, et Noma, « Impossible Cognitive Spaces », 205.

538 Gatrell, *Distance and space*, 132.

539 Ian Moar et Gordon H. Bower, « Inconsistency in Spatial Knowledge », *Memory & Cognition* 11, n° 2 (1983): 107-113, doi:10.3758/BF03213464.

540 « Impossible Cognitive Spaces », 205; Reginald George Golledge, *Spatial Behavior: A Geographical Perspective* (Guilford Press, 1997), 238.

541 « Visualizing the impact of transportation on spatial relations ».

542 Ibid.

543 « Map transformation of geographic space », 120.

respectant la transitivité comme chez Bae et Chwa⁵⁴⁴. Ces auteurs définissent les propriétés mathématiques générales d'une distance-réseau, qui se superpose à la distance euclidienne calculée sur la sphère et qui conserve la propriété de l'inégalité du triangle. La transitivité, propriété que garantit l'inégalité du triangle, est une propriété des lieux dans l'espace géographique qui n'est pas vérifiée dans les réseaux sociaux : même si l'individu A connaît bien les individus B et C ces deux derniers peuvent très bien ne pas être en relation directe l'un avec l'autre⁵⁴⁵. Dans l'espace du réseau social, A est proche de B et de C tandis que B et C sont éloignés l'un de l'autre. Dans ce cas, la distance entre B et C est très supérieure à la somme des deux distances de B à A et de C à A. Ceci dit, tout dépend de la manière dont on définit la dite distance. Car deux grands types de mesures sont possibles, soit celle du nombre d'intermédiaires entre deux individus, soit celle de la fréquence ou de l'intensité de la mise en contact. Si la mesure renvoie à un écart correspondant au nombre de personnes se connaissant personnellement séparant A et B, qui est une mesure équivalente aux distances du *petit monde*, alors la transitivité est respectée. C'est dans le cas où la distance est fonction de l'inverse du nombre de mises en contact, c'est-à-dire qu'aucun contact correspond à une distance infinie et beaucoup de contacts équivalent à une distance faible, qu'alors de nombreuses violations de l'inégalité du triangle sont possibles. Cette mesure étant plus cohérente avec l'idée de la proximité entre individus, on constate bien que les réseaux sociaux violent l'inégalité triangulaire, ce qui souligne leur nature en partie non déterminée par la spatialité. Comme nous l'avons déjà souligné⁵⁴⁶, l'espace social ne peut pas être considéré comme un espace spatial, comme peuvent l'être celui du transport ou de la géographie.

Notons que les erreurs sont plus faciles à répertorier que les conceptions justes. Dans cette seconde catégorie on trouve par exemple Lévy qui, en critiquant la prégnance de la conception euclidienne dans la cartographie, prend pour exemple le chemin passant par B comme étant plus rapide que le chemin direct de A à C⁵⁴⁷. Autre exemple, l'article de Miller et Wentz visant à formaliser les mesures de l'analyse géographique, présente la mesure de la longueur en discutant les propriétés des distances : à aucun moment les auteurs n'évoquent l'existence d'espaces géographiques violant l'inégalité du triangle⁵⁴⁸.

Nous voyons dans cette discussion émerger l'idée de l'optimum. Nous allons poursuivre l'investigation dans cette direction.

La distance et l'optimum

Dans cette discussion sur la distance, à ce stade, on trouve deux idées antagonistes sur le rôle qu'elle peut jouer dans la réflexion sur l'espace : d'un côté on considère la distance comme une quantité neutre, une quantité mesurée sans propriétés prédéfinies, comme dans l'exemple proposé par Haggett (cf. au-dessus page Erreur : source de la référence non trouvée) qui donne à voir une mesure non optimale de la distance. Et, à l'autre bout du spectre, certains voient l'espace et donc nécessairement aussi la distance, comme une réalité impossible à détacher de sa perception par les individus, au point de lui récuser le statut d'élément fondateur des disciplines de l'espace.

La thèse que je défends consiste à affirmer que la distance de l'espace géographique ne peut pas être une abstraction ou une quantité neutre, sans propriétés. La distance porte un ensemble de significations géographiques d'une manière équivalente au fait que l'altitude ou la température, en tant que données géographiques, obéissent à des contraintes, des lois et répondent à une organisation spatiale explicable par les dimensions géomorphologiques, historiques, climatiques,

544 « Shortest Paths and Voronoi Diagrams with Transportation Networks Under General Distances », in *Algorithms and Computation*, éd. par Xiaotie Deng et Ding-Zhu Du, vol. 3827, Lecture Notes in Computer Science (Springer Berlin / Heidelberg, 2005), 1007-1018, <http://www.springerlink.com/content/pl720081524jt4n2/abstract/>.

545 Watts, *Small Worlds*, 12.

546 Aux pages 80 et 83.

547 *L'invention du monde*, 83.

548 Harvey J. Miller et Elizabeth A. Wentz, « Representation and spatial analysis in geographic information systems », *Annals of the Association of American Geographers* 93, n° 3 (2003): 574-94.

perceptives. Si l'on se base sur la définition mathématique de la distance, on admet que l'inégalité triangulaire est respectée, ce qui implique que la distance est le minimum de l'écart entre deux lieux⁵⁴⁹. En mathématiques, le minimum est une propriété fondamentale de la distance.

Pour avancer sur cette question de l'optimum de la distance nous allons nous appuyer sur des observations du champ social, en particulier sur les mouvements dans l'espace. L'analyse des mobilités, la modélisation des déplacements, les approches empiriques en général nous apportent un éclairage sur le place de l'optimum dans les distances. Nous en arriverons ensuite à la façon dont l'optimum est intégré dans les concepts spatiaux.

Si l'on observe les réalités du champ social, on peut admettre, suivant l'analyse de Zipf⁵⁵⁰ que les phénomènes sociaux et humains obéissent à un « principe du moindre effort ». Dans son ouvrage fondamental, Zipf justifie le principe du moindre effort dans le comportement humain par le besoin de minimiser la quantité de travail nécessaire pour réaliser toute tâche. Si la tâche requiert un déplacement, alors l'individu cherchera à minimiser l'ensemble ; c'est pourquoi la distance et les principaux paramètres du déplacement font partie du processus de minimisation. Une tâche répondant au principe du moindre effort et comportant un déplacement est une tâche où les efforts de déplacement sont réduits à leur minimum. L'ouvrage de Zipf puise dans les corpus de la psychologie et de l'économie⁵⁵¹ et il propose des développements en géographie. Il est remarquable que le premier exemple qu'il choisit pour illustrer le principe de moindre effort, est constitué autour de la recherche d'un chemin minimal entre deux villes reliées par une route rectiligne sur un terrain plat⁵⁵². Ce chemin représente alors le plus court, le plus rapide et le plus facile des chemins possibles. Zipf utilise la notion de distance de moindre travail⁵⁵³ pour désigner le chemin optimal emprunté par les individus et les marchandises. Notons que les distances qu'il répertorie dans le chapitre géographique empirique⁵⁵⁴ sont toutes implicitement ou explicitement des distances minimales. À partir de ces considérations élémentaires, Zipf élabore une théorie économique de l'accès et du traitement des ressources spatiales aboutissant à une loi d'ordonnement de la taille des établissements humains⁵⁵⁵. C'est cette loi qui a fait le succès des travaux de Zipf dans le domaine de la géographie. Cependant, ici même, notre intérêt se porte sur l'usage que Zipf fait de la distance et sur l'importance qu'il accorde à l'optimum dans les décisions comportementales, c'est-à-dire sur les prémices de sa théorie aboutissant à la loi rang-taille des établissements humains. Dans l'approche de Zipf, la distance est un des principaux paramètres de la minimisation des configurations socio-spatiales : les chemins empruntés par les individus, par les flux entre établissements humains, sont minimaux par l'application du principe de moindre effort. Autrement dit, le principe de moindre effort peut être lu dans les itinéraires, et plus généralement, dans les choix de tous les paramètres qui entrent dans la formation des distances géographiques. L'analyse de Zipf est donc profondément cohérente avec l'hypothèse que la distance elle-même comporte une notion d'optimum.

Nous avons débuté notre propos, dès l'introduction, en prenant appui sur la ligne de désir, révélatrice des tensions de la distance. Il est légitime de s'interroger sur l'importance de cet arbitrage dans les trajectoires piétonnes en général ; dans quelle mesure la trajectoire de moindre effort physique est-elle privilégiée dans les situations générales ? Car la manifestation de ces lignes de désir repose sur des conditions particulières, notamment l'existence d'une surface, à l'exemple d'un sol à la couverture herbeuse, capable d'enregistrer et de rendre visible la charge du flux.

549 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide ».

550 *Human Behaviour and the Principle of Least-Effort* (Cambridge, USA: Addison-Wesley, 1949), <http://www.citeulike.org/group/2050/article/1283136>.

551 Ibid., 13.

552 Ibid., 2.

553 Ibid., 348.

554 Ibid., 374.

555 Ibid., 364-366.

Des études à base d'analyse de prises de vues vidéo, à l'exemple de celle menée par Moody et Melia sur un espace partagé à Ashford en Angleterre⁵⁵⁶, démontrent le fait que cette situation est loin d'être isolée. Sur cet espace, près de la moitié des trajectoires piétonnes privilégient un trajet rectiligne plus dangereux que le détour vers des passages piétons pourtant théoriquement devenus inutiles dans ce traitement partagé de l'espace public. Nous avons montré comment l'optimum et le rapport à la ligne droite pèsent sur ces choix d'itinéraires ; la ligne de désir est bien, telle la partie émergée d'un iceberg, la manifestation d'une réalité profonde et largement présente dans les comportements humains.

Cependant, on peut objecter que toutes les trajectoires dans l'espace géographique ne visent pas la minimisation de l'effort. La liste de ces cas est longue et variée : un itinéraire de course à pied, une randonnée, une promenade touristique, la trajectoire apparemment erratique d'un missile, l'errance d'un nomade. Tous ces mouvements minimisent rarement le temps passé ou le nombre de kilomètres parcourus, ou plus généralement les paramètres de l'effort à consentir pour effectuer le déplacement. Mais tous optimisent une quantité autre : le plaisir tiré de la déambulation pour les touristes et les excursionnistes, la réalisation d'un effort quantifiable pour les coureurs, la maximisation des occasions de trouver une ressource pour le nomade ou le magasineur⁵⁵⁷, la minimisation du risque d'interception pour le missile. Tous ces cas remettent cause l'idée du moindre effort, si l'on pense par exemple à l'énergie supplémentaire dont le missile a besoin pour parcourir une trajectoire trompeuse, mais ne remettent pas en doute l'idée de l'optimisation. L'objection tombe car toutes ces trajectoires sont bien optimales.



Illustration 49. Trajectoires des traversées piétonnes de la place Elwick à Ashford traitée comme un espace partagé en 2011 (Moody et Melia 2013)

Tous ces cas remettent cause l'idée du moindre effort, si l'on pense par exemple à l'énergie supplémentaire dont le missile a besoin pour parcourir une trajectoire trompeuse, mais ne remettent pas en doute l'idée de l'optimisation. L'objection tombe car toutes ces trajectoires sont bien optimales.

Pour donner une illustration de ces processus d'optimisation dans les mobilités actuelles, on peut s'appuyer sur le débat sur les budgets-temps. La discussion sur la constance des budgets-temps et l'accroissement des distances parcourues montre que les individus optimisent leur temps en maintenant leur budget temporel quotidien, mais en ajustant les distances parcourues⁵⁵⁸. On peut comprendre ce phénomène comme un processus d'optimisation qui s'effectue sur les distances dans un arbitrage individuel et quotidien.

Du côté de l'ingénierie du trafic et de l'économie des réseaux, on mobilise de nombreux modèles issus de la physique pour traiter ces questions par analogie avec l'écoulement d'un fluide⁵⁵⁹. Dans ce

556 Simon Moody et Steve Melia, « Shared space: Research, policy and problems », in *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport* (ICE, 2013), <http://eprints.uwe.ac.uk/17937/>.

557 J'ai préféré ici le terme canadien au vocable issu de l'anglais.

558 David Banister, « The trilogy of distance, speed and time », *Journal of Transport Geography* 19, n° 4 (2011): 950-59.

559 Fabien Leurent, Ektoras Chandakas, et Alexis Poulhès, « User and service equilibrium in a structural model of traffic assignment to a transit network », 2011, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00605008>; Tai-Yu Ma et Jean-Patrick Lebacque, « Dynamic system optimal routing in multimodal transit network », 2012, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00740347>; Guillaume Costeseque et Jean-Patrick Lebacque, « A variational formulation for higher

domaine également, l'optimum est un principe essentiel s'inspirant de l'optique, avec le principe de Fermat qui stipule que localement la lumière se propage selon une trajectoire telle que la durée du parcours est minimale.

Encore dans le champ de l'analyse des mobilités, la thématique de l'*excès de déplacement*⁵⁶⁰ vient d'une remise en cause de la conception largement partagée dans la communauté scientifique selon laquelle le transport est une demande dérivée, c'est-à-dire qu'il n'a pas de sens en lui-même, mais n'existe que par l'activité qu'il permet d'effectuer à la destination⁵⁶¹. L'excès de déplacement correspond à des trajets plus longs que les trajets jugés optimaux par le calcul⁵⁶² et aussi à des trajets effectués par pur plaisir du déplacement⁵⁶³. Or cette littérature met l'accent sur les écarts entre les choix d'itinéraires par les automobilistes et les chemins jugés optimaux par un raisonnement externe. Cette idée ne remet pas en cause l'existence d'un optimum pour les individus, que ceux-ci soient en connaissance ou en méconnaissance de situations objectivées de déplacement. Il s'agit plutôt d'une disjonction entre un optimum perçu par des individus, et un optimum construit par des observateurs externes. La thématique de l'*excès de déplacement* ne remet donc pas en cause la thèse de la distance comme optimale.

Plusieurs auteurs ont formulé l'hypothèse qu'il existe un besoin d'espacement entre domicile et lieu de travail⁵⁶⁴. Les études menées par Mokhtarian et Salomon montrent que les personnes effectuant des déplacements pendulaires entre domicile et lieu de travail émettent une préférence pour un déplacement d'une vingtaine de minutes en moyenne⁵⁶⁵. Les personnes interrogées ne souhaitent pas, dans leur très grande majorité, une annulation de ce budget-temps consacré au transport, en argumentant sur le désir de séparer le domicile du travail. Cela correspond à un besoin de séparer les fonctions et les activités, pour ménager une séparation entre une vie professionnelle et vie privée⁵⁶⁶. Cette hypothèse d'espacement ne remet pas non plus en cause l'idée d'optimum ; en effet le besoin de distance, en plus d'être une propriété fondamentale de l'espace⁵⁶⁷ répond aussi à une forme d'optimisation, spatiale en l'occurrence.

Le principe de moindre effort est aujourd'hui utilisé pour modéliser les déplacements pédestres⁵⁶⁸ ou encore pour comprendre la forme d'un réseau de voirie à l'échelle de l'agglomération⁵⁶⁹. Nous avons évoqué en introduction de ce travail, avec l'image de la *ligne de désir*, les conséquences du fait de négliger le principe de moindre effort lors de la conception de la voirie pédestre : les usagers se frayent leur propre réseau et boudent les itinéraires que les concepteurs avaient prévus pour eux.

order macroscopic traffic flow models: numerical investigation », 2013, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00862966>.

560 Traduction de l'anglais *excess travel*.

561 Gerhart F. King et Truman M. Mast, « Excess travel: causes, extent, and consequences », *Transportation Research Record*, n° 1111 (1987), <http://trid.trb.org/view.aspx?id=277880>; Patricia L. Mokhtarian, « What happens when mobility-inclined market segments face accessibility-enhancing policies? », *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 3, n° 3 (1998): 129-40; Patricia L. Mokhtarian et Ilan Salomon, « How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations », *Transportation research part A: Policy and practice* 35, n° 8 (2001): 695-719.

562 King et Mast, « Excess travel ».

563 Mokhtarian et Salomon, « How derived is the demand for travel? ».

564 Kevin Lynch et Lloyd Rodwin, « A theory of urban form », *Journal of the American Institute of Planners* 24, n° 4 (1958): 201-14; Lynch, *Good city form*, 194.

565 Mokhtarian et Salomon, « How derived is the demand for travel? ».

566 Leslie Belton, « De la permanence du concept de frontière. Les liens entre travail et vie privée à La Défense », *Espaces et sociétés* n° 138, n° 3 (2009): 99-113, doi:10.3917/esp.138.0099; Benjamin Pradel et Leslie Belton Chevallier, « Les routines spatiales à la frontière du travail », *Mobilités et modes de vie métropolitains, les intelligences du quotidien*, 2010, 279-292.

567 Voir « L'hypothèse spatiale : l'hétérogénéité fondamentale de l'espace fonde le besoin de transport », page 26.

568 Stephen J. Guy et al., « PLEdestrians: a least-effort approach to crowd simulation », in *Proceedings of the 2010 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation*, 2010, 119-28, <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1921446>.

569 Adolfo Paolo Masucci et al., « Random planar graphs and the London street network », *The European Physical Journal B* 71, n° 2 (2009): 259-71.

Dans les travaux sur la mobilité, l'effort et sa minimisation sont mentionnés comme une idée de base pour leur compréhension⁵⁷⁰, mais cette idée ne donne pas lieu à des développements conséquents dans les analyses, et de nombreux autres facteurs sont privilégiés. Pour de nombreux auteurs de la géographie et de l'aménagement, les choix des itinéraires répondent à un désir humain de minimiser la fonction de distance⁵⁷¹. L'individu, même s'il n'est pas toujours un être rationnel omniscient, est porteur d'une intention rationnelle⁵⁷².

Les travaux issus d'observations empiriques montrent bien le caractère d'optimalité de la distance dans les déplacements et les espacements. Mais les théories spatiales intègrent-elles cette dimension ? Et si oui comment ?

L'idée de l'optimum, bien que fondamentale, est le plus souvent absente des définitions de la distance proposées dans la littérature géographique. Ainsi Pumain⁵⁷³, tout en précisant les quatre propriétés mathématiques de la distance, se garde d'associer la distance à la mesure minimale de l'écart. La notion de minimum intervient pour elle au moment de l'application géographique de la mesure mathématique. Pour Pumain la notion de champ, désignant un espace géographique sous influence d'une force localisée dans un pôle, pourrait s'expliquer comme « la prise en compte par la société des lois de la physique », car il s'agit d'économiser l'énergie, les ressources et donc de « minimiser une dépense qui pèse sur les activités sociales dans l'espace »⁵⁷⁴. Dans le même esprit, le caractère minimum des distances est présent, mais de manière implicite chez Gatrell⁵⁷⁵.

De manière similaire Dumolard, dans une contribution portant sur la distance et l'accessibilité⁵⁷⁶ ne fait intervenir l'optimalité que lorsque qu'il introduit la notion d'accessibilité. Il n'en est nullement question dans la partie traitant de la distance. Pour Dumolard, l'accessibilité est une particularisation de la notion de distance, au sens où elle implique des sujets en mouvement, des moyens de transport, une perception du chemin, une inscription dans le temps et une anticipation⁵⁷⁷. De manière voisine les spécialistes de la mobilité voient l'accessibilité comme reliant les hommes et les lieux⁵⁷⁸.

La définition de la distance des *Mots de la géographie*⁵⁷⁹ ne comporte pas de précision sur les quatre propriétés mathématiques. De plus la distance n'y est pas vue comme une mesure minimale. Plus récemment Brunet⁵⁸⁰, privilégiant une entrée littéraire du concept de distance, mentionne ensuite les formes mathématiques de la mesure, mais pas les propriétés et encore moins l'idée d'optimum.

Pour les économistes, en général, la distance ne contient pas l'idée de l'optimum, et il faut le spécifier, en termes économiques, pour obtenir une mesure pertinente au sens de l'économie. Il n'en va pas de même pour certains spécialistes de l'économie spatiale : ainsi dans *l'encyclopédie d'économie spatiale* le chapitre sur l'espace et la distance⁵⁸¹ renvoie-t-il à la notion de *distance de coût minimum*⁵⁸² comme notion générale adoptée par les économistes spatiaux. L'affirmation de la spatialité implique donc ici de se baser sur l'optimum pour la compréhension de la distance entre les lieux.

570 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 27.

571 Julian Wolpert, « The Decision Process in Spatial Context », *Annals of the Association of American Geographers* 54, n° 4 (1964): 537-558; Gatrell, *Distance and space*; Golledge, *Spatial Behaviour*.

572 Wolpert, « The Decision Process in Spatial Context », 558.

573 « Essai sur la distance et l'espace géographique ».

574 Ibid., 43.

575 Gatrell, *Distance and space*.

576 « Distances, accessibility and spatial diffusion », 192.

577 Ibid., 193.

578 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 15.

579 Brunet, Ferras, et Théry, *Les mots de la géographie*.

580 Brunet, « Les sens de la distance ».

581 Huriot, Perreur, et Derognat, « Espace et distance ».

582 Huriot, Smith, et Thisse, « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis ».

La mention de l'existence de non-optimalité dans la distance est en fait rare dans la littérature. Et ses occurrences peuvent parfois être reformulées en d'autres termes. On trouve chez les éthologues la mention d'une distance non-optimale concernant des espèces confrontées à une évolution rapide de leur environnement et qui n'ont pas la capacité de faire évoluer leurs comportements⁵⁸³. Il s'agit d'oiseaux des bois dont l'habitat devient de plus en plus clairsemé, ce qui allonge leurs trajets pour passer d'un bosquet à un autre et qui fait monter leur risque de mortalité. Dans cette étude, la non-optimalité provient d'un manque d'information ou d'une impossibilité à utiliser une information nouvelle : les individus effectuent un choix de déplacement en ignorant cette information qui pourtant leur serait profitable. On retrouve ici la disjonction, soulignée dans l'analyse de la thématique de l'excès de déplacement, entre l'optimum de l'individu et l'optimum de l'observateur. Les déplacements restent optimaux du point de vue de l'individu qui se déplace, mais la forte mortalité due au changement de l'environnement devient génératrice de non-optimalité au niveau du groupe. Fahrig attire l'attention sur l'usage des estimations de mouvements par des algorithmes de chemins minimaux⁵⁸⁴, car ceux-ci impliquent que les individus ont la capacité d'optimiser leurs déplacements, ce qui n'est pas toujours le cas. Ici ce qui compte c'est bien d'identifier les critères de l'optimisation du déplacement, qui dépendent de la disponibilité des informations au moment du choix de déplacement.

Prolongeant des prémices théoriques en science régionale sur le comportement des individus⁵⁸⁵, le texte de référence en analyse spatiale d'Olsson et Gale sur les comportements et les théories spatiales⁵⁸⁶, permet d'avancer sur ce débat sur l'optimalité et la non-optimalité des décisions. Olsson et Gale en introduisant la notion de *distance subjective*⁵⁸⁷, reconnaissent que les individus exercent un choix optimal en fonction de leur subjectivité ; l'optimalité d'un individu peut être remise en cause par un autre individu, ou par un observateur extérieur ayant accès à des informations différentes. Mais l'optimalité du choix reste fondamentale. Dans cette conception, ce sont le manque d'information, les filtres subjectifs venant distordre l'information, ou les choix de hiérarchisation et de pondération des différents facteurs en jeu, qui sont en cause en générant une non-optimalité que seul un observateur extérieur est en capacité de percevoir.

Le géographe Bunge a énoncé le principe de proximité de la géographie en observant que les objets qui interagissent ont tendance à se placer le plus près possible les uns des autres⁵⁸⁸. Cette formulation du principe de proximité par Bunge est vue par Olsson et Gale⁵⁸⁹ comme une traduction spatiale du principe du moindre effort dans l'organisation socio-spatiale identifiée par Zipf⁵⁹⁰. Comme nous venons de l'évoquer plus haut dans cette partie, la discussion sur l'optimalité est vue par plusieurs géographes comme un enjeu lié à l'accessibilité, c'est-à-dire associé au passage d'une mesure abstraite, la distance, à une mesure liée à un déplacement projeté ou bien réalisé. Or pour d'autres, la distance de la géographie est intrinsèquement liée à une intentionnalité. On peut ainsi lire les phrases de Brunet qui lie distance et projet de transaction des acteurs⁵⁹¹. Pour Brunet la distance ne prend sens que si l'on se trouve en présence d'acteurs et de projets de transaction. Cette idée est très proche de celle du *réseau de projet transactionnel* de Dupuy⁵⁹². Dans ce sens alors, la distance

583 Lenore Fahrig, « Non-Optimal Animal Movement in Human-Altered Landscapes », *Functional Ecology* 21, n° 6 (2007): 1003-15, doi:10.1111/j.1365-2435.2007.01326.x.

584 Ibid., 1010.

585 Walter Isard et Michael Dacey, « On the Projection of Individual Behavior in Regional Analysis: I », *Journal of Regional Science* 4, n° 1 (1962): 1-34, doi:10.1111/j.1467-9787.1962.tb00895.x; Walter Isard et Michael Dacey, « On the Projection of Individual Behavior in Regional Analysis: II », *Journal of Regional Science* 4, n° 2 (1962): 51-84, doi:10.1111/j.1467-9787.1962.tb00904.x.

586 « Spatial theory and human behaviour ».

587 Ibid., 231.

588 *Theoretical geography*.

589 « Spatial theory and human behaviour ».

590 *Human Behaviour and the Principle of Least-Effort*.

591 « Les sens de la distance », 16.

592 *L'Urbanisme des réseaux*.

est liée à l'idée de déplacement, à ses vecteurs que sont la voie et le véhicule, et enfin à un *effort*⁵⁹³. Brunet n'introduit pas de concept intermédiaire qui ajouterait une dimension humaine à une mesure abstraite ; il n'en éprouve pas le besoin, car pour lui la distance est au cœur des enjeux de la géographie : « la distance n'existe pas sans les lieux dont elle est l'intervalle »⁵⁹⁴. L'observation des voies et des relais fournit un autre argument prouvant le lien entre distance et optimalité. La distribution des aires de repos, relais de poste, péages, stations-services, stations de pompage et autres relais hertziens le long des voies, obéit à l'idée que « tout mouvement implique une dépense d'énergie, et que l'énergie doit être périodiquement relancée »⁵⁹⁵. On peut noter avec ironie que la démonstration du caractère optimal de la distance par Brunet se fonde sur le même exemple que celui utilisé par Huriot, Smith et Thisse, pour lesquels l'utilisation des aires de repos provoque des violations de l'inégalité triangulaire, garante de l'optimalité de la distance⁵⁹⁶. Un même exemple pour des conclusions diamétralement opposées ; pour notre part le choix est clair : après avoir proposé une formulation levant le problème noté par les économistes, nous nous rangeons du côté de Brunet.

Dernier aspect à aborder au sujet de l'optimalité, l'idée que cette optimisation est le fait d'un acteur. Dans tous les exemples abordés jusqu'à présent dans cette partie sur la distance et l'optimum, c'est l'acteur effectuant le déplacement, ou dirigeant le déplacement qui cherche l'optimisation. Cette optimisation s'exerce selon des critères très divers comme on l'a vu : effort, plaisir, chances de survie, etc. Mais l'optimalité de la distance est aussi inscrite dans les choix de tracé des infrastructures, dans les choix d'organisation des systèmes de transport. Ici l'optimalité est portée par les concepteurs du réseau. L'optimum est relatif, et cette idée est importante comme nous le verrons par la suite. Car l'optimum du transporteur n'est pas nécessairement l'optimum du voyageur. Chacun des deux acteurs effectue ses propres arbitrages : par exemple dans le cas du transport aérien, il s'agit pour le transporteur de maximiser le remplissage de véhicules, tandis que le voyageur cherchera à minimiser le coût en échange d'un temps d'attente ou de correspondance plus élevé. Dans ce cas, l'ensemble aboutit à une optimisation globale. Mais cette relativité des optimums peut aussi conduire à la disjonction : l'optimisation individuelle qui peut conduire à préférer la voiture, n'est pas synonyme d'optimum social si l'on pense à toutes les externalités produites par l'usage trop important de l'automobile. Nous rejoignons ici l'approche de Martouzet qui utilise le pluriel pour traiter de la rationalité des décisions d'aménagement⁵⁹⁷ : il existe pour lui *des rationalités*, le pluriel marquant le caractère multiple, non unique, dépendant de chaque acteur, que l'on trouve dans cette idée de rationalité.

Nous avons identifié le caractère fondamental de l'optimum dans les mouvements et les espacements observés dans les territoires. Or les théories spatiales n'accordent pas à cette idée une place très importante. Certes, il faut affirmer le caractère équivoque de l'optimum, car celui-ci dépend du point de vue de l'acteur, mais il y a matière à proposer un cadre de réflexion intégrant explicitement cette idée.

Transition

Nous avons souhaité examiner les termes du débat scientifique qui remettent en cause la distance et ses propriétés dans la compréhension spatiale et économique de monde actuel. Nous avons vu combien la thématique de la fin de la distance est porteuse dans les débats de la géographie, de l'économie et des transports. On trouve dans ce débat beaucoup de soutien à l'idée du maintien de la distance comme paramètre influent dans l'organisation des villes et des territoires. C'est dans ce sens que nous nous positionnons.

⁵⁹³ Brunet, « Les sens de la distance », 16.

⁵⁹⁴ Ibid.

⁵⁹⁵ Ibid.

⁵⁹⁶ « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis ».

⁵⁹⁷ Denis Martouzet, « Normes et valeurs en aménagement-urbanisme, limites de la rationalité et nécessité de prise en compte du multi-niveaux » (Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 2002), <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00128031>.

Après ce débat général nous entrons dans la discussion sur la remise en cause des propriétés mathématiques de la distance. Nous identifions trois situations différentes où certains auteurs identifient des violations de l'inégalité triangulaire. Là aussi notre position est clairement tranchée. Nous considérons qu'il s'agit d'erreurs d'interprétation ; dans chaque cas il est possible soit de démontrer que l'inégalité du triangle est respectée pour les distances du transport, soit de proposer un cadre dans lequel l'inégalité triangulaire tient. De manière plus large que ces cas relevés dans la littérature, qui, s'ils sont révélateurs, restent partiels dans la couverture des phénomènes, notre raisonnement est appuyé par la reconnaissance du fait que les distances ont pour caractéristique essentielle l'optimalité. Tous les déplacements et tous les espacements que l'on peut observer dans les villes et les territoires répondent à une forme d'optimalité. Celle-ci n'est pas univoque : chacun construit sa distance optimale en fonction des informations dont il dispose. Néanmoins l'optimalité de la distance est un principe que nous pensons essentiel. Ce principe d'optimalité constitue l'avancée théorique principale du présent mémoire. Nous allons maintenant en tirer des conséquences pour l'organisation des transports, et pour l'urbanisme et l'aménagement.

Loin d'être effacée par les moyens de communication modernes, la distance reste un élément central de la compréhension de l'espace. La discussion sur les propriétés mathématiques nous éclaire sur la nature de la distance et sur son usage dans les disciplines humaines et sociales de l'espace. La distance, garante de la cohésion de l'espace, possède un caractère d'optimalité.

Encart 8

Des distances pour l'urbanisme

Notre revue de la littérature et les propositions d'analyse que nous avons apportées dans les sections précédentes de ce chapitre nous permettent de postuler que, pour reformuler la thèse de Hall, la distance est au cœur des comportements humains, individuels et sociaux. Cette distance comporte l'idée d'une optimisation, elle oriente des choix de parcours, elle influe sur les décisions d'effectuer le déplacement ou bien de s'en abstenir, de réaliser des interactions sociales de tout type. Dans l'esprit de la définition de l'urbanisme comme l'action de créer des distances entre des fonctions, les distances de l'urbanisme regroupent les interventions sur les moyens de transport, les actions sur la distribution des fonctions dans l'espace urbain et les actions conjointes sur les deux domaines. S'agissant de l'écartement entre les lieux, depuis l'époque Néolithique au moins, il existe trois modes de gestion de la distance : la coprésence, la mobilité et la télécommunication⁵⁹⁸.

Nous commençons cette partie en énonçant trois propriétés fondamentales des distances à partir de l'analyse des trois erreurs d'interprétation de l'inégalité triangulaire que nous avons développée dans la section précédente. Une fois ces propriétés fondamentales édictées nous établissons notre proposition d'un système de distances pour l'urbanisme.

Des trois interprétations contestables de la violation de l'inégalité triangulaire à l'énoncé de trois affirmations

La première erreur d'interprétation de la violation de l'inégalité triangulaire consiste à considérer que la distance puisse être représentée par des mesures sous-optimales, comme dans l'exemple donné par Haggett⁵⁹⁹. Cette erreur consiste à considérer une mesure sous optimale de l'écartement entre deux lieux comme équivalente à une mesure de distance. On pourrait penser que la distance est une notion géométrique abstraite, non directement liée aux comportements humains. Or la distance contient l'idée de l'optimalité.

À cette erreur d'interprétation nous proposons de répondre par l'affirmation générale que la distance, comme nous venons de le voir, contient l'idée de l'optimum, que toute distance est associée à une recherche d'optimisation.

La seconde erreur consiste à établir une confusion entre la ligne droite et le chemin optimal. Cette erreur renvoie à la question du détour, et de son statut pour l'organisation des transports, des territoires et des villes. Le détour est-il une anomalie à corriger dans tous les cas ? Certains détours dans les distances sont en effet indésirables, mais la plupart répondent à une recherche d'optimisation des distances par des chemins qui empruntent les réseaux de transport. Un plus court chemin non rectiligne ne menace pas l'intégrité spatiale du territoire. Cette réflexion prolonge directement la première affirmation en lui donnant un sens particulier.

À cette erreur nous proposons de répondre par l'affirmation que le détour dans la distance est le plus souvent une recherche d'optimisation.

La troisième erreur que nous avons identifiée est celle consistant à considérer la pause dans un itinéraire comme provoquant une sous-optimalité de la distance. Nous avons montré que la pause est une recharge d'énergie nécessaire pour entretenir le mouvement. De ce fait elle contribue à l'optimalité du déplacement et donc de la distance. Cette réflexion, tout comme la précédente, est une déclinaison du premier principe d'optimalité, qui donne une fonction claire et positive à la pause et à ses diverses expressions comme la rupture de charge en tant que contributrice à l'optimisation du déplacement et donc de la distance.

⁵⁹⁸ Lévy, « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 181.

⁵⁹⁹ *Geography, a global synthesis*, 341.

À cette erreur d'interprétation nous proposons de répondre par l'affirmation que la pause dans le déplacement contribue à une optimisation des distances.

Nous allons maintenant illustrer ces trois principes sur des cas concrets du domaine de l'urbanisme et de l'aménagement. Il s'agit ici de montrer ce que peut apporter cette réflexion théorique sur la distance à l'action et à la pratique sur les villes et les territoires.

Première affirmation : la distance est porteuse d'optimalité

La première affirmation sur l'optimalité de la distance est une invitation à optimiser les chemins de toutes natures et à les penser comme supports de cheminements donc de recherche d'optimisation.

Une première illustration de ce principe est lisible dans les arbitrages effectués dans les aménagements d'espace public et de voiries. Si l'on considère le cas du site de 4 Cantons à Villeneuve d'Ascq exposé dans l'introduction de ce mémoire⁶⁰⁰, le principe d'optimalité de la distance formule une recommandation à suivre, ou du moins à ne pas trop s'éloigner des *lignes de désir*, figures de l'optimalité, solidification des relations sociales⁶⁰¹. Cette optimalité dans le tracé des chemins pédestres, dépasse la seule possibilité de passer et d'assurer la sécurité du cheminement. À 4 Cantons, le franchissement de la voie routière par des passages piétons qui privilégient les bonnes conditions du croisement avec le flux automobile, au prix de l'allongement du détour pour les piétons, représente une situation où le principe d'optimalité de la distance n'a pas été appliqué de manière complète. L'arbitrage effectué en faveur de la

sécurité et au détriment de l'optimalité, entraîne un usage non prévu de l'aménagement : la réapparition de la ligne de désir à mi-chemin des deux plateaux piétons de franchissement montre que la recherche d'optimisation des piétons est plus forte que l'invitation à la sécurité proposée par les aménageurs. L'objectif de sécurité dans la conception est ici mis à mal par l'usage et le bilan global, s'il était mesuré, serait probablement défavorable. Un aménagement correctif, du type de ceux réalisés sur certains axes autoroutiers ou sur certaines pénétrantes urbaines, comme ici sur le boulevard Montebello à Lille pour l'accès au collège de Wazemmes, suite à plusieurs accidents, serait un



Illustration 50. Buissons épineux au centre du boulevard Montebello à Lille et palissade latérale pour empêcher les cheminements piétons en ligne droite vers l'entrée du collège de Wazemmes (à gauche) et les canaliser vers les passages piétons protégés, renoncement aux principes d'un espace ouvert et lisible (Photo L'Hostis 2014)

renoncement aux principes d'un espace ouvert, lisible et dégagé. On voit bien sur ces deux exemples la tension à l'œuvre dans les choix d'aménagement touchant les cheminements piétons urbains. Le principe d'optimalité de la distance s'exprime selon des arbitrages multicritères, où la ligne de désir est confrontée à des enjeux de sécurité routière. L'arbitrage établit une optimalité complexe qui découle de choix d'aménagement, entre les espaces ouverts et lisibles, et le principe de séparation des flux hérité de l'urbanisme fonctionnaliste.

⁶⁰⁰ Voir à partir de la page 3.

⁶⁰¹ Simmel, *Simmel on Culture*, 171.

La seconde illustration de l'optimalité de la distance est fournie par l'étude des plans de réseau de transport public. Le tracé d'un réseau urbain est porteur d'une intention d'optimalité pour projeter ses déplacements. Le promoteur du système de déplacement promet une liaison efficace entre deux lieux et le voyageur construit son itinéraire en traçant mentalement son

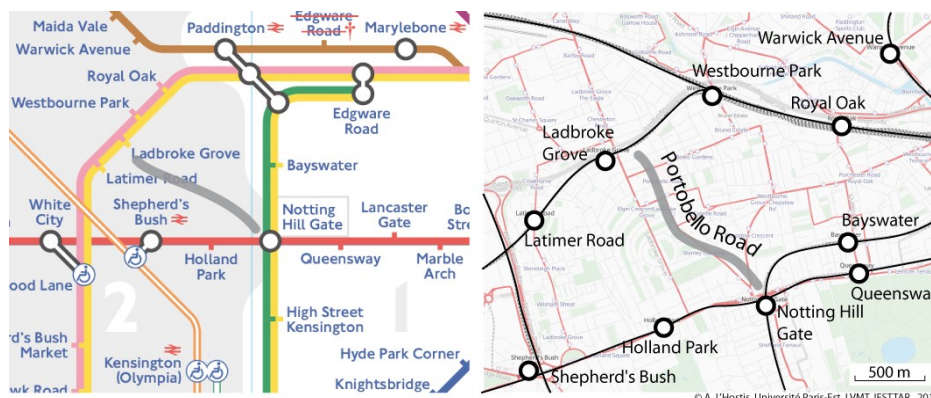


Illustration 51. Développement d'un maillon pédestre dans le réseau de transport londonien pour corriger la distance sous-optimale suggérée par le plan de réseau de Beck (L'Hostis 2014)

itinéraire guidé par le fil graphique des lignes colorées et par les points des nœuds d'échange qui sont aujourd'hui conventionnelles dans ce type de cartographie. Le célèbre plan du métro de Londres dessiné par Harry Beck en 1933 a été loué pour la simplicité de sa représentation, son exceptionnelle longévité prouvant son succès, mais a aussi souvent été critiqué par la tromperie qu'il induit pour le lecteur⁶⁰² : l'harmonisation graphique des distances inter-stations sur le plan déforme la carte topographique, ou chorotaxique, en dilatant le centre et comprimant la périphérie et fait paraître plus proche du centre les lointaines banlieues et plus lointaines les unes des autres les stations de la zone centrale. On considère aujourd'hui que la tromperie du plan du métro a contribué au succès de son utilisation, en particulier pour les usagers des lointaines banlieues⁶⁰³. Le procédé graphique de l'harmonisation des *distances graphiques* inter-stations force visuellement le caractère optimal des trajets centre-préférence. Mais dans le même temps il induit la représentation de chemins sous-optimaux dans les parties centrales. Aujourd'hui il faut corriger une partie des comportements induits par le plan⁶⁰⁴ pour faire comprendre aux usagers qu'entre deux stations situées dans deux quartiers proches, d'autres modes de transport de proximité, y compris la marche, seraient plus efficaces.

L'exemple d'une telle intervention nous est donné avec le cas de Portobello Road, rue de l'ouest londonien. Il s'agit d'un projet de développement d'un itinéraire pédestre financé par l'autorité organisatrice des transports (Transport for London) qui vise à réduire les courts trajets réalisés en voiture mais aussi en transport en commun⁶⁰⁵. On sait que les réseaux de transport publics tendent à être saturés lors de leur traversée des parties les plus denses des agglomérations. La marche peut constituer un substitut à leur usage pour de courts trajets dans ces zones denses, encore faut-il que les usagers envisagent de ne pas utiliser le transport public⁶⁰⁶. Or les usagers des transports en commun, à Paris ou à Londres, ont tendance à penser que la marche à pied ne pourra jamais être aussi rapide et directe que le métro⁶⁰⁷. Pourtant lors d'un retard du métro de l'ordre de 15 minutes, le

602 John Scanlan, « Trafficking », *Space and Culture* 7, n° 4 (2004): 394; Maxwell J. Roberts et al., « Objective versus subjective measures of Paris Metro map usability: Investigating traditional octolinear versus all-curves schematics », *International Journal of Human-Computer Studies* 71, n° 3 (2013): 363-386, doi:10.1016/j.ijhcs.2012.09.004.

603 Danielle Sinnett et al., « Making the case for investment in the walking environment: A review of the evidence », 2011, http://eprints.uwe.ac.uk/15502/1/Making_the_Case_Full_Report.pdf.

604 Ibid.

605 Ibid.

606 Sonia Lavadinho, « The multimodal walker. Potentials for combining walking and public transport at the agglomeration scale », in *STRC Conference Proceedings, 9 September 2009* (présenté à Swiss Transport Research conference, Ascona, 2009), 4, <http://marcherenville.net/upload/MARCHERENVILLE/pdf/46STRC09paper.pdf>.

607 Lavadinho, « The multimodal walker. Potentials for combining walking and public transport at the agglomeration scale ».

trajet à pied vers la station suivante devient compétitif dans le cas de Londres ; à Paris c'est jusqu'à trois stations qu'il est possible de rejoindre à pied dans ce laps de temps⁶⁰⁸.

Comme le plan induit des chemins sous-optimaux, il génère aussi des comportements non optimaux : en restreignant l'univers du possible il figure des chemins qui ne sont pas des distances, car il existe des chemins différents plus efficaces. La correction de ces comportements sous-optimaux passe ici par une intervention sur le réseau de voirie et aussi sur la communication en direction des usagers des transports en commun pour leur faire comprendre que d'autres chemins plus efficaces leur sont possibles.

La troisième illustration vient de nos propres travaux menés sur l'urbanisme orienté vers le rail⁶⁰⁹. Développer une forme urbaine favorable à l'usage du mode ferroviaire implique, entre autres actions,

d'augmenter la densité urbaine autour des points d'accès au système de transport ferré. Pour cela le projet Bahn.Ville 2 portant sur la région urbaine de Saint-Étienne a identifié le besoin de définir un outil d'observation croisée urbanisme-transport. Un des instruments centraux de cet observatoire consiste dans une observation foncière des transactions ayant lieu à l'intérieur d'un périmètre de 10 minutes de déplacement autour

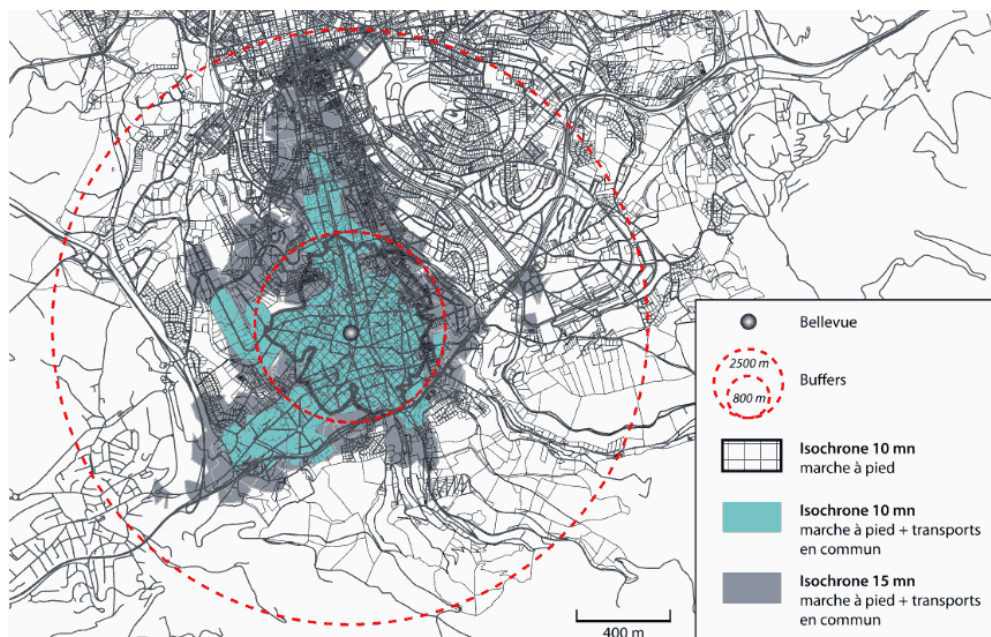


Illustration 52. L'observation foncière pour la densification et l'amélioration des cheminements pédestres dans les périmètres des gares (L'Hostis et al. 2009)

des gares. Les municipalités conservant le contrôle de l'usage du sol, le maire a la possibilité d'intervenir lors de toute transaction immobilière ou foncière sur le territoire de sa commune. L'idée de l'observation élaborée dans le projet Bahn.Ville est de fournir aux services fonciers de la municipalité un périmètre à l'intérieur duquel les transactions doivent être examinées à l'aune d'une densification de la forme urbaine.

Or la construction des périmètres marchables de 10 minutes confronte une mesure théorique à vol d'oiseau de la distance à une mesure par le réseau de voirie. L'écart entre les deux mesures indique alors les espaces qui pourraient obtenir une situation plus favorable pour l'accès à la gare si les cheminements piétons étaient améliorés. La confrontation de cette problématique et de celle de la veille foncière a fait émerger la réflexion au sein de l'agence d'urbanisme de Saint-Étienne (EPURES), selon laquelle les interventions foncières touchent parfois dans la ville des parcelles difficilement exploitables pour la construction, mais dont la maîtrise peut receler un sens capital pour le développement de l'espace public et des cheminements piétons. Ici l'intervention foncière est orientée vers une optimisation des distances pédestres qui constitue un enjeu stratégique pour l'attractivité des quartiers de gare. Cette illustration montre comment la question de l'optimisation des distances est un des leviers de l'urbaniste pour la mise en œuvre d'un projet de ville.

608 Ibid., 5.

609 Alain L'Hostis et al., *Concevoir la ville à partir des gares, Rapport final du Projet Bahn.Ville 2 sur un urbanisme orienté vers le rail*, PREDIT/DEUFRACO, 2009, http://hal.archives-ouvertes.fr/index.php?action_todo=search&view_this_doc=hal-00459191&version=1&halsid=jberg3bims60tparrhqnsh4j2.

Seconde affirmation : le détour est le plus souvent une recherche d'optimisation

Au sein de l'enjeu général de l'optimalité, la question du détour dans la distance pose un ensemble de problématiques que les aménageurs doivent prendre en compte.

Dans la littérature scientifique portant sur le déplacement, le détour n'est le plus souvent traité que comme une difficulté dans un déplacement, difficulté rendue nécessaire par la forme du réseau ou bien difficulté importune. Dans un travail sur les voiries urbaines et les effets de coupure, Hérán montre qu'une partie du détour est incompressible, due à la présence de bâtiments et plus généralement, à l'existence d'espaces consacrés à d'autres fonctions que le déplacement⁶¹⁰. Pour Hérán, ce détour allonge les trajets de l'ordre de 15 à 25 %. Mais il existe aussi une composante du détour due à des effets de coupure multiples que l'on peut souhaiter réduire, en particulier s'agissant des déplacements en modes de transport reposant sur l'effort musculaire. Dans son analyse des distances urbaines, Hérán raisonne en définissant un détour moyen normal et un détour supplémentaire⁶¹¹. Si le réseau de voirie est bien maillé, le détour restera limité. Le détour est vu essentiellement comme une perte d'énergie, une perte d'efficacité, et un handicap pour les modes doux. C'est le cas aussi dans les travaux en éthologie⁶¹². Le détour ne prend de sens positif que dans le domaine de l'économie, avec le célèbre *détour de production* qui désigne un investissement consacré à l'amélioration de la production future. On retrouve aussi cette figure positive dans les processus d'apprentissage ou dans les structures narratives, c'est-à-dire dans des phénomènes détachés du problème du cheminement concret dans l'espace géographique. Pour les questions qui nous concernent ici, le détour est d'abord un problème, un obstacle ou un frein. S'il devient positif alors le détour est une idée paradoxale.

Première illustration de l'importance d'envisager le détour dans l'optimalité des distances, l'examen des partenaires potentiels du projet de ligne à grande vitesse du contournement sud de l'Île-de-France. Ce projet d'infrastructure est entièrement inscrit dans le périmètre de la région Île-de-France. Or les marques d'intérêt exprimées⁶¹³ et qui permettent de préfigurer un groupe de financeurs, incluent cinq régions de l'ouest français comme la Bretagne, les Pays de la Loire ou le Centre, pourtant situées très loin de l'infrastructure. Le fait que cet équipement favorise l'accès aux lignes ferroviaires à grande vitesse nord, est et sud-est au départ des villes de l'ouest français, explique l'intérêt que lui portent les régions de l'ouest. Ce tronçon d'infrastructure sera générateur de détour dans la formation des distances, mais un détour qui sera producteur d'optimalité par des chemins plus courts en durée de transport. Cette optimisation explique la

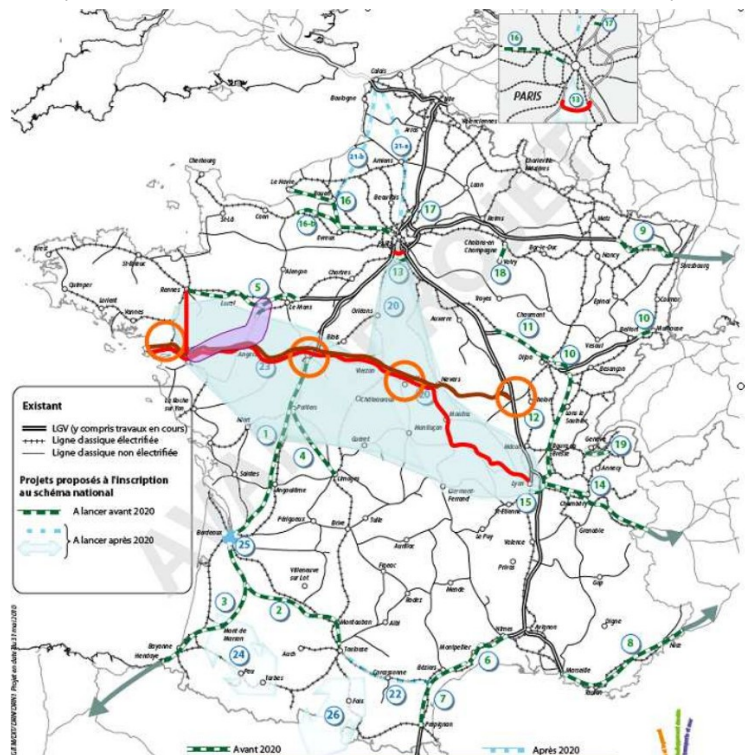


Illustration 53. Les priorités de la politique d'infrastructure de transport de la Région Pays de la Loire expriment un intérêt pour le projet de contournement sud de l'Île-de-France (« Contribution relative au projet de schéma national des infrastructures de transport du 9 juillet 2010 » 2010)

610 Hérán, « Des distances à vol d'oiseau aux distances réelles ou de l'origine des détours ».

611 Ibid.

612 I. Schmidt et al., « How desert ants cope with enforced detours on their way home », *Journal of Comparative Physiology A* 171, n° 3 (1992): 285-88.

participation de régions pourtant très éloignées pour un projet inscrit dans le périmètre de la région l'Île-de-France.

Comme on l'a vu précédemment⁶¹⁴, la forme spatiale extrême du détour est l'inversion spatiale identifiée par Tobler et Bunge. Ce phénomène signifie qu'un équipement d'intermodalité situé relativement loin contribue à l'optimalité des distances au départ d'un lieu. Les aménageurs s'intéressant à l'accessibilité de leur territoire sont amenés à penser à l'équipement de leur espace pour optimiser les distances vers l'extérieur. Or l'inversion spatiale illustre le cas où un équipement d'optimisation des distances peut résider hors du périmètre d'intervention du territoire sur lequel porte la réflexion.

Pour illustrer l'inversion spatiale nous proposons le cas de trois villes imaginaires A, B et C sur trois périodes historiques avant 1950, jusqu'à 1990 et ensuite. À partir d'une situation où coexistent la route et le mode ferroviaire classique, le développement des réseaux de transport rapides voit apparaître le mode aérien et l'autoroute dans les années 1950. La seconde phase des grandes vitesses consiste en l'introduction de la grande vitesse ferroviaire dans les années 1990.

Dans les deux premières phases le chemin le plus court, par la route ou la voie ferrée, puis par l'autoroute part de la ville intermédiaire directement vers la ville C. Mais dans la dernière période, le chemin le plus court en temps suppose de prendre un train à grande vitesse vers la ville A pour ensuite monter dans un avion vers C. La première partie du chemin s'effectuant dans une direction opposée à la destination terminale, il s'agit d'un cas

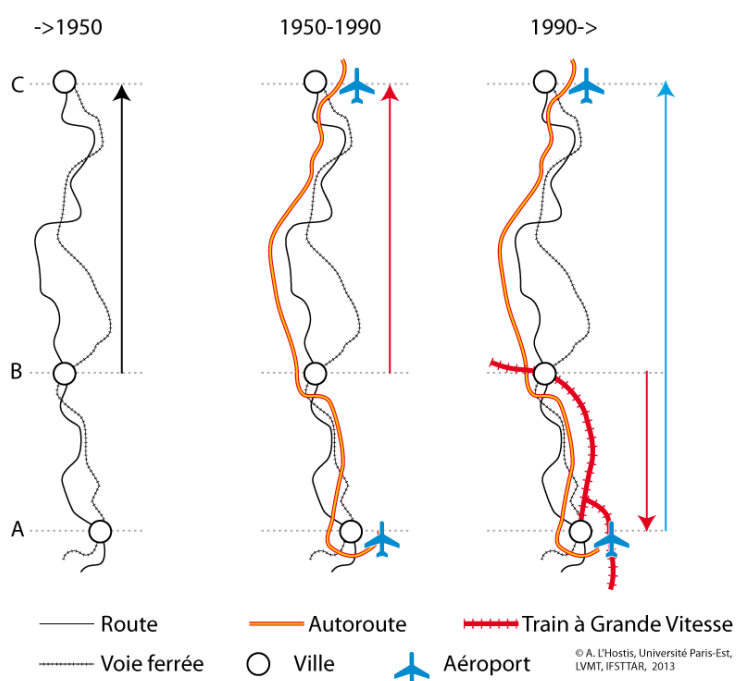


Illustration 54. Iruption de l'inversion spatiale, forme extrême du détour, avec le développement des grandes vitesses pour un trajet de B vers C (L'Hostis 2014)

d'inversion spatiale. Quels sont les équipements contributeurs à l'accessibilité de la ville intermédiaire ? Dans les deux premières périodes, la seule connectivité aux réseaux rapides, route, ferroviaire classique puis autoroute permet de produire des chemins directs vers C. Ceci repose sur l'établissement de connecteurs sous forme de bretelles d'accès, de gares, d'embranchements, tous localisés à l'intérieur du périmètre légitime d'action de la ville B. Dans la dernière période, l'accessibilité de la ville intermédiaire est construite par trois facteurs qui sont la connectivité au réseau ferroviaire à grande vitesse, l'articulation entre les modes ferroviaire et aérien⁶¹⁵, et l'offre aérienne de l'aéroport de la ville A. Dans ce dernier cas, un équipement lointain, situé en A, hors du territoire de la ville B, devient un équipement stratégique pour la ville intermédiaire, bien qu'il se situe hors de son périmètre d'intervention. Une politique pertinente de développement de l'accessibilité de la ville B ne peut alors se construire sur un programme de développement d'équipements situés exclusivement sur son territoire.

613 Conseil Économique, Social et Environnemental des Pays de la Loire, *Contribution relative au projet de schéma national des infrastructures de transport du 9 juillet 2010* (Nantes: Conseil Économique, Social et Environnemental des Pays de la Loire, 2010), http://ceser.paysdelaloire.fr/images/stories/etudes-publications/transport/2010-11-19_SNIT-valide.pdf; Philippe Duron, *Mobilité 21 « pour un schéma national de mobilité durable »* (Paris: Ministère du Développement durable, 2013), <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Remise-du-rapport-Mobilité-21-pour.html>.

614 Dans la partie intitulée « Les distances reliant transport et urbanisme : du détour à l'inversion spatiale » page 17.

615 Jean Varlet, « Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique », *Flux* 16, n° 41 (2000): 5-16, doi:10.3406/flux.2000.1322.

Comme seconde illustration pratique du rôle du détour comme principe d'optimisation des distances, nous utilisons une carte issue de notre propre travail⁶¹⁶ sur les indicateurs du potentiel de contact⁶¹⁷. Il s'agit de la représentation des combinaisons intermodales dans les allers-retours à la journée entre métropoles en Europe. Le mode ferroviaire à grande vitesse est ici combiné au mode aérien pour donner la possibilité de réaliser des déplacements à longue distance entre villes. Du point de vue des villes, cette intermodalité donne naissance à ce que nous appelons des *systèmes métropolitains aéro-ferroviaires*⁶¹⁸. Ceux-ci reposent sur un accès à un aéroport majeur via le réseau ferroviaire à grande vitesse. Cette situation se retrouve dans 6 cas en Europe, avec deux systèmes remarquables qui sont Francfort et Lille-Paris-Charles de Gaulle.

L'intermodalité TGV-aérien provoque de nombreux phénomènes de détours et d'inversion spatiale. La carte précédente le montre nettement si l'on confronte le trait rectiligne liant l'origine et la destination des allers-retours à la journée, à l'axe de ferroviaire vers la plateforme aérienne que le chemin réel emprunte. Ces inversions spatiales sont d'autant plus remarquables qu'elles reposent sur une portion terrestre dans les itinéraires.

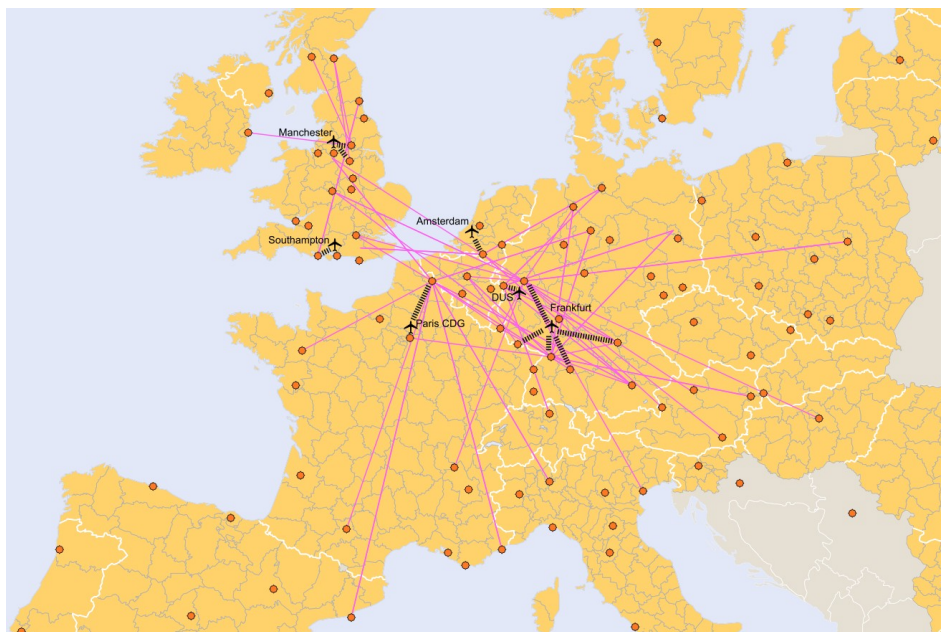


Illustration 55. La contribution des systèmes métropolitains aéro-ferroviaires en Europe en 2009 à la possibilité d'allers-retours à la journée, détour et inversion spatiale (Lennert et al. 2010)

Il devient alors nécessaire de penser l'inversion spatiale, forme extrême du détour, dans l'aménagement des territoires : l'aéroport de Charles de Gaulle est un point d'accès au monde pour la région Nord-Pas-de-Calais et Lille, l'inversion spatiale consistant à prendre un train vers le sud pour rejoindre des destinations européennes au nord et au nord-est de Lille. Comment assumer cette inversion spatiale qui consiste à s'extraire d'une logique d'équipement en aéroport pour adopter une vision axée sur le service de transport ? C'est la question que pose la problématique de l'inversion spatiale, forme extrême du détour, dans le cas de Lille.

Enfin, troisième illustration de l'importance du détour dans la formation des distances, les plans de réseau de transport en commun oscillent entre deux modes de représentation. La plupart des plans privilégient une représentation géométrique⁶¹⁹ du réseau, tandis que d'autres retiennent une représentation topographique, s'appuyant sur la position chorotaxique conventionnelle des lieux⁶²⁰. Dans le premier cas, qui correspond aux choix édictés par Harry Beck, les segments rectilignes

616 Moritz Lennert et al., *Future Orientations for Cities final report* (ESPON, 2010), http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/foci.html.

617 Ces travaux sont exposés plus bas en détail, dans la seconde partie du dernier chapitre, à partir de la page 146.

618 Bozzani-Franc, « Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des territoires ».

619 Plusieurs auteurs emploieraient ici l'adjectif *topologique* : j'ai expliqué plus haut, page 49, les raisons de mon choix de ne pas utiliser cet adjectif dans ce contexte.

620 Cyprien Richer, « Multipolarités urbaines et intermodalité : les pôles d'échanges, un enjeu pour la coopération intercommunale ? » (Université des Sciences et Technologie de Lille-Lille I, 2007), 208, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00260379/>.

effacent les détours des lignes de transport. Dans ces représentations, le détour de la ligne s'efface, mais un autre détour, lié au changement de ligne est mis en avant.

Un utilisateur d'un réseau de transport en commun est fortement susceptible de pratiquer un changement de véhicule ou de modes dans son trajet. Dans l'agglomération parisienne, on estime que la moitié environ les utilisateurs de transport en commun utilisent plusieurs lignes ou systèmes de transport⁶²¹. Cette proportion peut monter jusqu'à 70 % dans certaines villes comme Lyon⁶²².

Le réseau lyonnais, marqué par la volonté de ne pas susciter un unique point focal de convergence des lignes lourdes, suppose une forte proportion de déplacements comportant plusieurs lignes de transport : ainsi le trajet entre les deux gares principales, Perrache et Part-Dieu n'est-il pas possible en métro sans changement de ligne. Le plan simplifié conçu pour les usagers, dont la section centrale est reproduite sur la figure 56, procède selon les choix de représentation introduits par Harry Beck pour le métro de Londres : les lignes sont transformées en droites et tracées selon 8 directions possibles, dans un schéma dit *octolinéaire*⁶²³. La représentation met graphiquement nettement en avant des trajets rectilignes et les stations où l'on peut changer de ligne. Comme les cheminements dans le réseau de transport sont tributaires des choix de conception des lignes, le plan exprime une pédagogie du détour pour montrer comment construire des distances, optimales et assumant les changements de ligne.

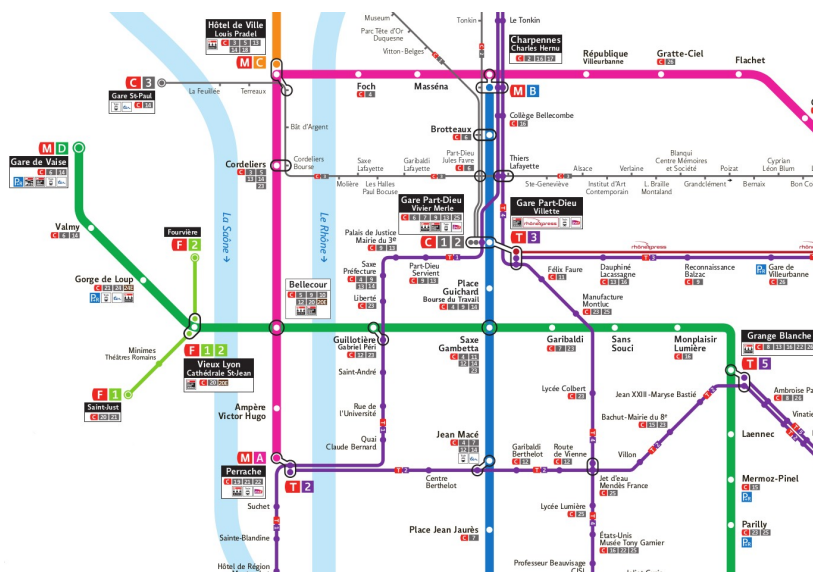


Illustration 56. Secteur central du plan de réseau lyonnais, l'intermodalité nécessaire (source <http://www.tcl.fr> consulté en 2014)

ainsi le trajet entre les deux gares principales, Perrache et Part-Dieu n'est-il pas possible en métro sans changement de ligne. Le plan simplifié conçu pour les usagers, dont la section centrale est reproduite sur la figure 56, procède selon les choix de représentation introduits par Harry Beck pour le métro de Londres : les lignes sont transformées en droites et tracées selon 8 directions possibles, dans un schéma dit *octolinéaire*⁶²³. La représentation met graphiquement nettement en avant des trajets rectilignes et les stations où l'on peut changer de ligne. Comme les cheminements dans le réseau de transport sont tributaires des choix de conception des lignes, le plan exprime une pédagogie du détour pour montrer comment construire des distances, optimales et assumant les changements de ligne.

Les utilisateurs d'un système de transport conservent en leur for intérieur une référence à la ligne droite. Les représentations qui leur sont fournies en tiennent compte en effaçant les détours sur les lignes comme dans le plan de Harry Beck du métro londonien ou au contraire en élaborant une pédagogie du détour en soulignant la présence des pôles d'échange, créateurs de détour spatial et temporel.

Le détour devient alors une valeur positive, en tant que recherche d'optimisation. Les voies rapides allongent les parcours et contribuent à la congestion note Hérans⁶²⁴, mais c'est bien une recherche d'optimalité individuelle par les usagers, en temps en l'occurrence, qui aboutit à ce résultat. L'étymologie du terme montre cette ambiguïté du détour qui désigne soit la sinuosité du chemin, soit l'action de s'écarter du chemin direct pour se rendre dans un endroit donné⁶²⁵. L'optimalité de la distance met bien l'accent sur la recherche du chemin optimal, aussi sinueux soit-il ; ainsi affirmons que le détour est-il le plus souvent une recherche d'optimisation.

621 Marie-Hélène Massot, « Les pratiques de multimodalité dans les grandes agglomérations françaises », *TEC* 153 (1999): 32-39.

622 Cyprien Richer et al., « Quelle(s) intermodalité(s) dans les mobilités quotidiennes ? L'apport des Enquêtes-Ménages Déplacements (EMD) dans l'analyse des pratiques intermodales » (présenté à Journées de Géographie des Transports, l'intermodalité en question, Montpellier, 2012), <http://www.cete-nord-picardie.equipement.gouv.fr/communications-recentes-a206.html>.

623 Roberts et al., « Objective versus subjective measures of Paris Metro map usability ».

624 « Des distances à vol d'oiseau aux distances réelles ou de l'origine des détours ».

625 Site web Ortolang <http://www.cnrtl.fr/definition/detour> consulté en 2014.

Troisième affirmation : la pause est un élément de l'optimisation des distances

La *pause* peut être vue comme un facteur de sous-optimalité du déplacement. Ainsi le temps d'attente avant de monter dans un véhicule de transport en commun est vécu comme une perte de temps pour le voyageur. Or les trajets dans l'espace impliquent des recharges d'énergie, des pauses, qui ne constituent pas des sources de sous-optimalité, mais contribuent au contraire à la réalisation de chemins optimaux pour les personnes ou les objets en mouvement. L'urbanisme peut en tirer parti : les arrêts de repos ne sont pas des anomalies, des contributions à une sous-optimalité. L'arrêt est nécessaire pour prendre ou reprendre son élan dans le déplacement. Le déplacement n'est pas un mouvement continu, il comporte des pauses.

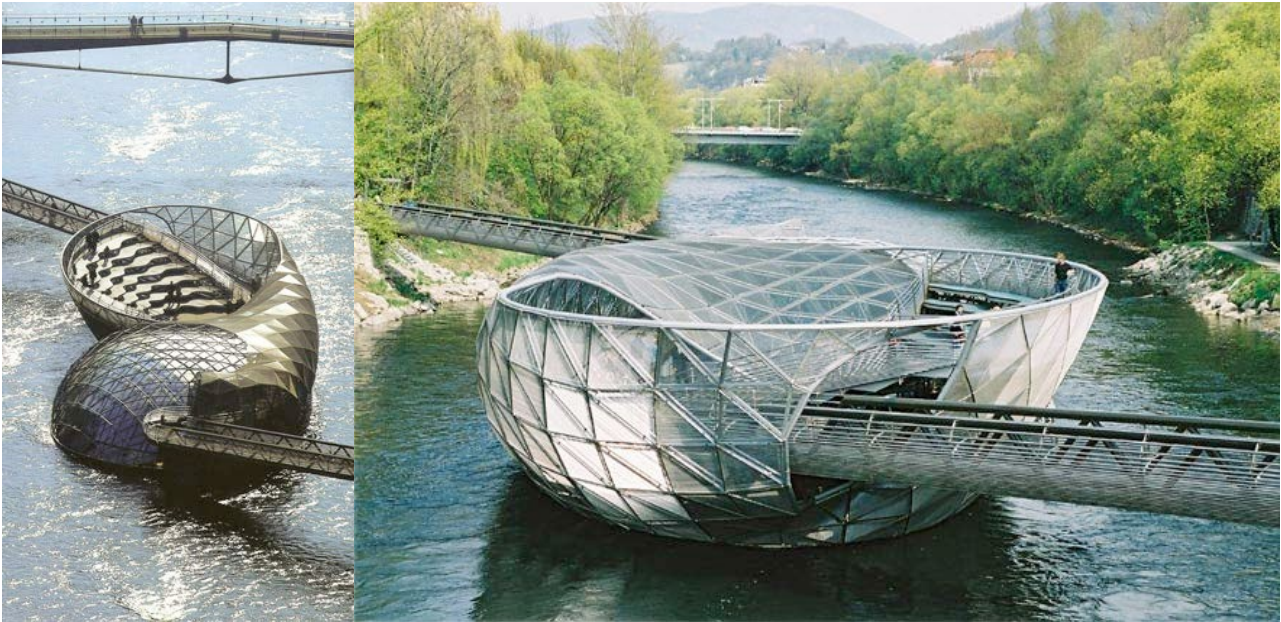


Illustration 57. L'île sur la rivière Mur à Graz, une pause pour favoriser les déplacements pédestres ("The Island in the Mur" 2014)

Première ensemble d'illustrations de ce principe, la réflexion sur les aménagements piétons, donc sur les espaces publics urbains, met en exergue fortement l'idée de la pause⁶²⁶. Il s'agit de favoriser une appropriation de l'espace par les piétons au travers de ce que Lavadinho appelle la *latéralisation*⁶²⁷ c'est-à-dire la possibilité de sortir de son déplacement pour une pause, une respiration, qui donnera ensuite l'élan nécessaire pour reprendre son trajet piéton.

Le pont sur la rivière Mur à Graz en Autriche donne à voir la matérialisation d'une pause dans un cheminement piéton, sous la forme d'une passerelle en deux sections reliées à une île flottant au milieu du cours d'eau. À la faveur d'un détour, le piéton peut s'arrêter physiquement dans le café installé dans l'île, mais la pause peut aussi être seulement mentale : le trajet comporte alors cette respiration, ce passage, ce moment qui scande la traversée et le parcours considéré dans une portée plus large. L'île à mi-chemin du pont est une pause, à la condition toutefois qu'elle soit appropriable en tant que telle par le marcheur. Cette appropriation repose sur une composante symbolique qui permet l'interaction entre le sujet et l'environnement, selon un mécanisme que Gibson a théorisé sous le concept de l'*affordance*⁶²⁸. Notons que dans le cas de l'île sur la Mur, la pause et le détour se superposent : la ligne droite de la passerelle est interrompue dans le passage dans l'île et l'île

626 Lavadinho, « Le renouveau de la marche urbaine », 145.

627 Ibid., 201.

628 James. J. Gibson, « The concept of affordances », *Perceiving, acting, and knowing*, 1977, 67-82; Alasdair Turner et Alan Penn, « Encoding natural movement as an agent-based system: an investigation into human pedestrian behaviour in the built environment », *Environ Plann B* 29, n° 4 (2002): 473-90.

accueille les éléments de la pause. Si la pause est suggérée, le détour est obligé dans les itinéraires empruntant la passerelle.

Pour Lavadinho, les dispositifs de la pause, permettant la latéralisation au cours du déplacement, sont des aménagements qui, disposés avec soin, peuvent contribuer à la constitution de réseaux de déplacement pédestres à travers la ville. L'arrangement spatial de ces équipements devrait répondre à une logique comparable à celle présidant à la localisation des caravansérails, stations-services, hôtels et autres lieux de recharge de l'énergie nécessaire au mouvement. C'est une question d'optimisation. Ces aménagements peuvent être de types divers, structurés autour du repos comme le dégagement d'un espace comportant des bancs, autour du point de vue avec des belvédères, des surplombs, ou encore autour de la *ludification*⁶²⁹ de la ville. Les aménagements autour de la station de RER de Vincennes comportent des sièges d'où le regard peut porter sur la ville, et aussi des espaces de jeu avec les brumisateurs. La ludification de la ville est aussi à l'œuvre dans l'installation de la Stadtlounge à Saint-Gall en Suisse. Les passants sont invités à s'asseoir dans la rue comme ils le feraient chez eux ou dans un café. Comme le pose Bailly, la représentation que se fait le piéton d'un trajet comporte une série de points, de repères qui sont surtout symboliques⁶³⁰.

La pause peut donc être symbolique, voire spirituelle. Encore aujourd'hui, les calvaires sont omniprésents dans le paysage des communes rurales de Bretagne⁶³¹. Toujours orientés vers l'ouest, tous portent un nom de lieu ou de saint et sont le plus souvent situés à des intersections, à des bifurcations, toujours le long de chemins. Le calvaire en tant que *point de repère* donne « une structure, un sens à la voie », mais au-delà de ce rôle, il apporte au voyageur « le soutien de la force divine », car parcourir le chemin « requiert une protection de la divinité »⁶³².



Illustration 58. Aménagement de la pause dans les cheminements piétons autour de la station de RER de Vincennes (Lavadinho 2011)



Illustration 59. Le Stadtlounge, installation à Saint-Gall en Suisse qui permet la latéralisation dans les déplacements des piétons (Lavadinho 2011, 280)

629 Lavadinho, « Le renouveau de la marche urbaine », 189.

630 « Les Représentations de la distance et de l'espace: mythes et constructions mentales », 268.

631 Yves-Pascal Castel, *Atlas des croix et calvaires du Finistère* (Quimper: Société Archéologique du Finistère, 1980).

632 Gwenc'hlan Le Scouëzec et Jean-Robert Masson, *Pierres sacrées de Bretagne* (Paris: Seuil, 1982).

Les voyageurs construisent leur chemin optimal en utilisant ces points de repère. Le villageois indique au voyageur son chemin en utilisant le balisage des calvaires. Les chemins du pèlerin sont ponctués par ces points singuliers qui apportent la direction, rassurent le voyageur craignant de se perdre. Mais au-delà de cette fonction utilitaire, le calvaire est aussi, évidemment, porteur d'une dimension spirituelle. Le chemin plein de risques du pèlerin « requiert une protection particulière de la divinité »⁶³³. Le calvaire « apporte le soutien de la force divine » en ménageant la possibilité d'une pause, spirituelle celle-là.

Le pèlerin a besoin de ces équipements qui lui permettent de suivre le chemin sans se perdre, dans tous les sens du terme⁶³⁴.

En prolongeant la réflexion, on voit que dans cette fonction urbaine de la pause il existe la possibilité d'une appropriation esthétique de l'espace, au sens d'une expérience de l'art. La nature d'œuvre d'art du calvaire, mais aussi l'emplacement du siège permettant de jouir de la perspective urbaine autour de la station de RER de Vincennes sont des invitations à une expérience esthétique dans l'espace urbain. Cette analyse propose une fonction possible pour les œuvres d'art placées dans l'espace public, comme à La Défense en Île-de-France, ou à Barentin, petite ville de Seine-Maritime connue pour ses nombreuses statues installées dans les rues, qui consiste à donner la possibilité d'une pause dans les cheminements piétons.

Dans une perspective liant temps et espace, Tuan oppose le temps associé au mouvement, à la pause associée au lieu⁶³⁵. Il faut du temps pour s'attacher à un lieu⁶³⁶. Cet attachement est basé sur une connaissance qui prend du temps, pour que l'expérience se développe. Tous les sens contribuent à former une impression d'un lieu, jour après jour et le long des ans⁶³⁷. La pause est donc nécessaire à l'expérience urbaine. Ces aménagements de la pause constituent un paradoxe urbain. Ils organisent la possibilité de l'arrêt, de la perte de temps dans le déplacement. Et en même temps ils contribuent à optimiser les distances pédestres dans un réseau plus vaste. On voit ici que la confusion liée à l'erreur de l'interprétation mathématique de l'inégalité triangulaire prend la forme concrète d'un paradoxe : donner la possibilité de perdre du temps pour optimiser les déplacements piétons, c'est-à-dire faire gagner du temps sur ces distances urbaines pédestres.



Illustration 60. Le calvaire Le Keff à Saint-Thegonnec, Finistère, point de repère et aménagement d'une pause spirituelle (Photo Annie L'Hostis 2014)



Illustration 61. La statue de l'ingénieur ferroviaire Lock à Barentin, la possibilité d'une pause esthétique (photo René & Peter van der Krogt 2012 <http://www.vanderkrogt.net>)

633 Ibid., 21.

634 Christophe Lefébure, *Croix et calvaires: chefs-d'oeuvre de l'art populaire* (Paris: Flammarion, 2004), 60.

635 *Space and place*, 179.

636 Ibid.

637 Ibid., 183.

À cette idée s'ajoute l'évolution récente des usages des technologies de l'information qui tend à créer des territoires personnels appropriés, des bulles personnelles qui participent aussi à l'appropriation de l'espace⁶³⁸. Les téléphones dits intelligents peuvent participer à apporter une flexibilité dans la construction des itinéraires, selon l'idée d'un *recalcul en route*⁶³⁹, conférant une plus grande autonomie au piéton, lui donnant plus de possibilités pour effectuer son parcours. Le développement des technologies peut devenir un avantage pour la marche en ville.

La seconde illustration du rôle de la pause dans l'aménagement des distances, nous est fournie par les travaux sur les gares comme nœuds de transport et lieux urbains menés au sein du LVMT⁶⁴⁰. Les gares deviennent des enjeux majeurs dans l'organisation du système de transport alternatif à la voiture. La personne à qui nous avons demandé de représenter l'espace de la gare, Charlotte, nous propose une représentation comportant des éléments essentiels qui sont l'entrée, les guichets et les quais. Entre les entrées et sorties fonctionnelles de l'espace de la gare, se déploie l'étendue spatiale de celle-ci et les équipements d'une pause possible s'ouvrant au voyageur.

Ces gares sont donc aussi, en tant que lieux urbains, des espaces où se déploient des fonctions de service et de commerce. La viabilité du modèle économique de la gare en dépend. Plus la mobilité de certains croît, plus il existe un besoin que d'autres s'inscrivent dans l'immobilité, il s'agit des personnes affectées au fonctionnement des lieux de la mobilité au sens large⁶⁴¹. Les services à la personne, et singulièrement les commerces alimentaires, occupent une place de choix parmi ces fonctions. Des recherches récentes montrent l'évolution des emballages de la nourriture et de la boisson pour s'adapter aux modes de vies urbains, fait de mobilité et d'immobilité tant contraintes que voulues⁶⁴². Et les réflexions sur l'aménagement du centre commercial du quartier de La Défense, en Île-de-France, ont mis en avant le rôle de la pause au travers de l'idée de la ponctuation des parcours, pour offrir aux différentes catégories d'usagers des haltes souvent indispensables durant leurs processus de cheminement : des points de repos, des coins pour enfants, des pauses grignotages⁶⁴³. On notera avec ce dernier

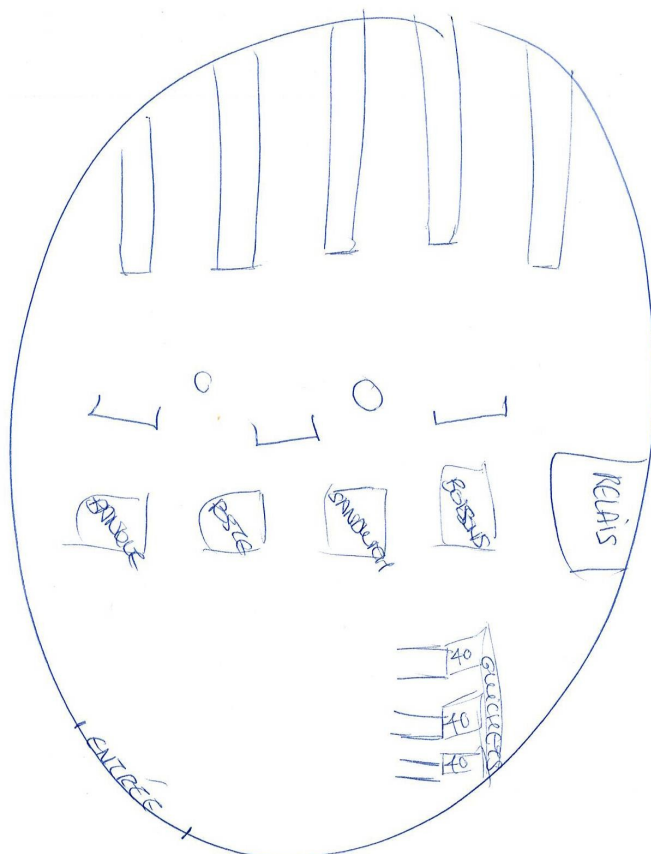


Illustration 62. Représentation mentale de Charlotte de la gare St-Lazare, la pause comme ouverture dans un chemin optimisé (Coralli et L'Hostis 2014, 17).

638 Lavadinho, « Le renouveau de la marche urbaine », 145.

639 Lavadinho, « The multimodal walker. Potentials for combining walking and public transport at the agglomeration scale », 6.

640 Monica Coralli et Alain L'Hostis, « Le Train et la ville: un jeu de distances et de proximités », à paraître, 2014, 17.

641 Graham et Marvin, *Splintering Urbanism, networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*.

642 Cary Monreal et al., « The (Im) Mobile Life of Food and Drink Packaging Technologies in the City », *whole or in part, must be clearly attributed to the author*, consulté le 2 décembre 2013, <http://global-cities.info/wp-content/uploads/2013/11/The-ImMobile-Life.pdf>.

643 Thierry Roty, *Conception et management de projets de pôles d'échanges : la question des parcours des usagers : La Défense, Massy, Val d'Europe*, PREDIT (DRAST, 2000), <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=103946>; Abdelhakim Boumoud, « La grande gare contemporaine et le labyrinthe du transport multimodal: vers une nouvelle approche de la lisibilité, l'exemple de la gare de la Part-Dieu à Lyon » (Université de Grenoble, 2012), 183,

avatar urbain de l'idée de la pause, que celle-ci peut comporter des ambiguïtés, tant en termes de mercantilisation de l'espace public, que d'incitation à des modes d'alimentation dont les effets négatifs sur la santé sont avérés⁶⁴⁴. L'évaluation de ces équipements d'un réseau de marche à pied sous un angle de santé publique, appelle donc à la prise en compte d'enjeux complexes. Les réflexions des architectes de galeries commerciales peuvent rejoindre cette problématique, en poussant le concept de *station piéton*, pour inciter les marcheurs à s'arrêter dans leur déambulation⁶⁴⁵. Mais plus largement, la définition du panier de services et de commerces de la gare est un véritable enjeu urbain qui doit être pensé en liaison avec le quartier alentour⁶⁴⁶.

La gare lieu urbain, donc, mais la gare nœud de transport aussi. Ici on vient chercher, et attendre son train. On vient construire une distance, donc un cheminement optimisé, et pourtant on vient attendre. Le paradoxe de la pause dans le cheminement est manifeste. Le séjour dans la gare est pris à l'intérieur d'un cheminement à longue distance, mais il donne, via la latéralisation, la possibilité de la réalisation d'une autre activité dans la gare ou ses environs. Dans le paradigme de la géographie d'espace-temps⁶⁴⁷, un petit prisme d'espace-temps s'ouvre pour le voyageur qui attend le train. Une fois qu'il a pris connaissance de l'heure de la gare et de l'heure de départ de son train⁶⁴⁸, s'ouvre pour lui la possibilité d'un déplacement contenu à l'intérieur d'un long déplacement optimisé. Dans le cas de la gare, on le voit, la réflexion sur la pause qui optimise le déplacement, permet de penser l'espace de la gare comme un espace de *latéralisation*, d'ouverture de l'espace-temps pour une occupation inscrite, prise dans un cheminement, mais qui n'en altère pas l'optimalité. Ainsi, comme l'exprime Amar analysant le fonctionnement du pôle d'échanges de La Défense, « l'étape, même forcée, s'enrichit d'opportunités »⁶⁴⁹.

Cette réflexion sur la pause rejoint en partie les enjeux de l'*économie présentielle* qui consiste, plutôt que d'analyser la spatialité des revenus des ménages et des individus saisis dans leurs lieux de résidence, à étudier la localisation de la dépense du revenu, dont la spatialisation peut prendre des formes très différentes. Le temps libre des passagers attendant leur train est une opportunité pour capter localement un revenu gagné ailleurs. L'enjeu de la pause, et de la latéralisation du déplacement, devient ici directement économique.

Au-delà de la problématique des gares, dans un contexte général de porosité croissante entre déplacements professionnels et de tourisme⁶⁵⁰, cette réflexion invite à considérer les équipements et infrastructures touristiques de la pause – l'hôtellerie et la restauration – comme des éléments d'une politique d'attractivité pour les déplacements professionnels, et pas seulement pour le tourisme. La recharge et la pause répondent à des organisations du transport et des déplacements, ce qui implique qu'un développement territorial qui voudrait tirer parti de cette fonction de recharge doit s'appuyer sur une compréhension profonde du fonctionnement du système de transport. C'est le cas

<http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00956736/>.

644 Corinne Marmonier, « Le grignotage : sa définition physiologique. Mise en évidence de ses conséquences métaboliques et comportementales à court terme chez l'homme » (Science biologiques fondamentales et appliquées, Paris 7, 1999), <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=200910>.

645 Georges Amar et al., *Le Piéton considérable, la marche au coeur des mobilités, 1ère phase du séminaire: le partage de connaissances* (Paris: RATP, 2007).

646 L'Hostis et al., *Concevoir la ville à partir des gares, Rapport final du Projet Bahn.Ville 2 sur un urbanisme orienté vers le rail*.

647 Torsten Hägerstrand, « What about people in regional science? », *Papers of the Regional Science Association* 24 (1970): 7-21; Sonia Chardonnel, « La Time-geography: les individus dans le temps et l'espace », in *Modèles en analyse spatiale*, Traité Information Géographique et Aménagement du Territoire, Série aspects fondamentaux de l'analyse spatiale (Paris: Lavoisier, 2001), 129-156.

648 L'importance de l'heure dans la ville et dans la gare est soulignée par Christian Lallier dans son film documentaire intitulé « La ville sur des rails, l'utopie de la métropole » Christian Lallier, *Film: La ville sur des rails - L'utopie de la métropole - Predit*, Documentaire (Objectif Images, 2011), <http://www.predit.prd.fr/predit4/synthesePublication.fo?inCde=41588>.

649 Georges Amar, « Complexes d'échanges urbains, du concept au projet, le cas de la Défense », *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 71 (1996): 93-100.

650 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*.

par exemple d'un développement touristique de l'étape, sous la forme des relais et des restaurants de la nationale 6 en Bourgogne, étapes sur la route du soleil pour les automobilistes parisiens⁶⁵¹. De manière plus large, l'idée de la pause est largement présente dans les problématiques du tourisme si l'on pense que les comportements spatiaux des touristes consistent bien souvent en une série d'arrêts dans des lieux pour à chaque fois apprécier un point de vue, une perspective, une œuvre d'art, une atmosphère particulière ; de ce point de vue la pause, tout autant que la promenade, marque l'engagement du touriste. Dans un autre registre, les réflexions sur l'urbanisme logistique⁶⁵² supposent une compréhension des chaînes de la logistique dont des transferts qui sont autant de pauses qui suscitent l'établissement de plates-formes et d'entrepôts dont la localisation est un enjeu de développement territorial⁶⁵³.

Ici aussi l'étymologie rejoint notre analyse des déplacements⁶⁵⁴ : la pause désigne le fait d'interrompre momentanément une activité, et désigne aussi le temps de repos qui interrompt cette activité. La pause interrompt et repose. Son aspect négatif, l'interruption d'une tâche demandant un effort, est justifié par les bénéfices que l'on en tire : le repos redonne la force de reprendre le trajet interrompu.

Nous avons identifié trois caractères fondamentaux des distances qui sont l'optimalité, le détour et la pause. La distance comportant l'idée de l'optimum, même si celui-ci n'est pas univoque, elle est pertinente en tant que concept opérationnel, dont les problématiques doivent faire avec des moyens limités. En nous appuyant sur ces caractéristiques, nous allons maintenant établir un système de distances à même de discuter des choix, des orientations et des stratégies de l'urbanisme et de l'aménagement.

Proposition : un système de distances pour l'urbanisme

Comme le pose Lévy, face au caractère « multiple » de la distance, nous sommes soumis à la « tentation de rechercher dans une substance quelconque l'universalité perdue de la distance euclidienne »⁶⁵⁵. Cette substance peut être un nouveau paradigme physique comme le temps ou la vitesse, ou un concept économique comme le coût, mais il peut aussi être une notion dérivée ou voisine comme la métrique proposée par Lévy qui désigne les méthodes de mesure de la distance, ou l'accessibilité avancée par certains géographes⁶⁵⁶. Plutôt que de chercher un substitut à la distance, comme y invite l'interrogation de Lévy, nous proposons de définir mieux la, ou plutôt les distances de l'urbanisme. Nous rejoignons en ce sens l'approche du géographe Baerenholdt pour qui la distance est tout autant relationnelle que vécue⁶⁵⁷.

La distance de l'urbanisme, c'est à la fois la distance de l'urbaniste et la distance de l'habitant. La distance de l'individu qui utilise les espaces conçus et aménagés par l'urbaniste. La notion de distance que nous voulons proposer doit pouvoir correspondre à ces deux visions parfois dissonantes, à l'exemple des lignes de désir.

651 Jean-Jacques Bavoux, « Structuration du territoire bourguignon : de l'île à l'isthme », *Revue Géographique de l'Est* 46, n° 1-2 (2009), <http://rge.revues.org/1195#tocto2n7>.

652 Lætitia Dabanc et Dina Andriankaja, « Desserrement logistique en Île-de-France: la fuite silencieuse en banlieue des terminaux de fret », *Flux*, n° 3 (2011): 72-88.

653 Nicolas Raimbault, Marie Douet, et Antoine Frémont, « Les implantations logistiques entre réseaux et territoires », *L'Espace géographique*, n° 1 (2013): 32-43.

654 Site web Ortolang <http://www.cnrtl.fr/definition/pause> consulté en 2014.

655 « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 179.

656 Nous avons discuté cet argument dans le paragraphe intitulé « La distance et l'optimum », à la page 104 et suivantes.

657 Jorgen Ole Baerenholdt, « Experiencing mobility, mobilizing experience », in *New Mobilities Regimes in Art and Social Sciences*, par Susanne Witzgall, Gerlinde Vogl, et Sven Kesselring, Édition : New edition (Farnham, Surrey ; Burlington, VT: Ashgate Publishing Limited, 2013), 290.

Pour refléter les conclusions de la discussion précédente⁶⁵⁸, la première caractéristique de cette distance est son caractère d'optimalité. Une distance conçue ou une distance vécue sont l'une et l'autre des cheminements ou des tracés optimaux ; les critères de l'optimisation peuvent différer, mais cela ne remet pas en cause le caractère d'optimalité. Pour illustrer le propos, prenons l'exemple des débats ayant eu lieu lors de la constitution du réseau de chemin de fer en France : ces discussions ont fait explicitement référence à la recherche du chemin le plus court entre les bassins industriels qu'il s'agissait de relier les uns aux autres⁶⁵⁹.

Pour traiter les principales questions de l'urbanisme et de l'aménagement, nous proposons d'établir un système de distances. En nous appuyant sur l'importance du détour dans la formation des distances, nous faisons intervenir deux formes de distances entre les objets de l'urbanisme : la distance euclidienne et les distances-réseaux.

- La distance euclidienne est un indicateur de la densité des objets et de leur agencement et aussi la mesure de référence pour les distances à parcourir entre les objets.
- Les distances réseaux décrivent les trajets effectués ou projetés sur les différents réseaux de déplacement.

Pour la densité comme pour les déplacements les deux formes de distances peuvent avoir du sens, indépendamment ou confrontées l'une à l'autre. Pour les distances de la densité, la distance à vol d'oiseau définira une densité brute, tandis que les distances-réseaux entre voisins vont dépendre de la conception du réseau viaire⁶⁶⁰, c'est-à-dire le troisième *D*, le *design*, pour définir la forme urbaine, par la densité, la diversité et le design⁶⁶¹. Chez les anglo-saxons dans le domaine de l'urbanisme, le *design* renvoie à la conception de la voirie et des espaces publics, le plus souvent à l'échelle du quartier.

Les deux distances de la ville	Formes de la distance	Paramètres de la forme urbaine	Leviers de la forme urbaine
Distances de la densité	Distance euclidienne entre voisins	Densité de la fonction urbaine	Détermine le dimensionnement et le modèle économique des réseaux urbains (eau, énergie, etc.)
	Distances réseaux entre voisins	<i>Urban Design</i> , forme urbaine locale, conception du réseau viaire du quartier, densité vivable/densité efficace	Favorise ou limite les possibilités de coprésence
Distances des déplacements	Distance euclidienne entre origine et destination	Distance de référence pour le déplacement, référence pour la vitesse perçue	Détermine l'emprise spatiale de la forme urbaine
	Distances-réseaux entre origine et destination (distances-temps et distances-coûts)	Les éléments principaux du choix modal Les éléments de l'indicateur de diversité de réseaux accessibles	Déterminent les parts modales et donc établit les modes principaux : ville pédestre, ville automobile, ville des TC Déterminent les possibilités de mobilité

Tableau 5. Un système de distances pour l'urbanisme (L'Hostis 2014)

658 Il s'agit de la partie « La distance en débat » à partir de la page 85, et plus précisément du paragraphe intitulé « La distance et l'optimum » page 100.

659 Ribeill, « Des Saint-Simoniens à Léon Lalanne ».

660 Antoine Brès, « Le système des voies urbaines : entre réseau et espace », *Flux* 14, n° 34 (1998): 4-20, doi:10.3406/flux.1998.1233; Antoine Brès, « De la voirie à la rue: riveraineté et attrition. Des stratégies d'inscription territoriale des mobilités périurbaines », *Flux*, n° 4 (2006): 87-95.

661 Robert Cervero et K. Kockelman, « Travel demand and the 3Ds: density, diversity and design », *Transportation research Part D* 2, n° 3 (1997): 199-219.

Le tableau décline les rapports entre distance et urbanisme. Les deux distances centrales de la densité et des transports prennent chacune les deux formes de la ligne droite et du réseau. Ces quatre combinaisons définissent des paramètres et des leviers de la forme urbaine.

La distance euclidienne entre voisins définit la densité de la fonction urbaine ; ce paramètre fixe le dimensionnement et le modèle économique des réseaux urbains. La distance-réseau entre fonctions identiques correspond à la conception de la forme urbaine locale, c'est-à-dire à la conception du réseau viaire du quartier. Ce paramètre favorise ou limite les possibilités de coprésence dans les quartiers résidentiels.

La distance euclidienne entre fonctions urbaines distinctes, qui constitue une mesure de référence pour les déplacements, est aussi une mesure de l'emprise spatiale de la forme urbaine ou du bassin de vie : l'extension maximale des distances entre les domiciles et les principales fonctions urbaines, indique l'empreinte spatiale d'une ville. Les distances-réseaux entre fonctions distinctes, elles, vont contribuer à déterminer les parts des différents modes de transport dans le fonctionnement urbain. Ces distances déterminent aussi les différentes possibilités de mobilité, c'est-à-dire la diversité des modes disponibles.

Cette proposition formalise la pratique implicite de beaucoup d'auteurs⁶⁶² dont Gatrell, qui dans son ouvrage sur la distance considère comme référence systématique de toutes les distances qu'il traite celle qu'il nomme tantôt la distance géographique, tantôt la distance physique⁶⁶³.

On a vu que la distance permet de décrire une grande partie des actions de l'urbanisme et de l'aménagement, à savoir disposer dans l'espace, fixer des densités et établir des réseaux. La distance définit, caractérise.

Mais que peut nous apporter cette investigation sur les distances pour la pratique de l'urbanisme ? Nous pouvons avancer une série de principes pour éclairer l'action sur la ville. Un urbanisme de distances serait alors une action consistant à :

- penser la localisation d'une fonction urbaine qui tienne compte des distances à vol d'oiseau entre les fonctions homologues les plus proches, c'est-à-dire la densité
- concevoir un accès aux réseaux existants ou un nouveau réseau qui crée les distances-réseau vers les fonctions urbaines différentes les plus proches : habitat-travail, habitat-commerces, etc.
- organiser les distances en conservant à l'esprit le principe de leur optimalité, en tirant parti de la fonction de pause, et des détours dans leur nécessité et dans leurs opportunités

Les trois paramètres sont étroitement dépendants l'un de l'autre : à une certaine densité de fonctions urbaines, par exemple le logement, est associée une organisation particulière des réseaux, qui produira un ensemble de distances-réseaux particulier : une faible densité de logement produit une prédominance des distances-temps routières au détriment des distances-temps pédestres, ou en transports collectifs. Réciproquement, un réseau de transport collectif performant au sens où il produit une projection efficace dans l'espace-temps, peut permettre de séparer des fonctions essentielles, logement, lieu de travail, et permettre des densités (de logement) vivables, et des densités (de lieux de travail) efficaces, sans impliquer un usage exclusif de l'automobile.

Nous allons maintenant présenter la façon d'utiliser ce système de distance pour éclairer la façon de faire la ville et les transports. Pas d'objectif d'exhaustivité ici, il s'agit plutôt d'illustrer ce que notre proposition sur les *distances de l'urbanisme* apporte aux réflexions actuelles. Nous abordons un ensemble de réflexions, de recherches, de modèles, de politiques et de pratiques de l'urbanisme et des transports en les ordonnant selon trois catégories. Soit une intervention sur les transports, soit une intervention sur les fonctions urbaines, soit une intervention conjointe.

662 Bailly, « Distances et espaces ».

663 Gatrell, *Distance and space*.

Intervenir sur les transports

L'amélioration des transports, c'est-à-dire la facilitation du franchissement des distances est un des outils majeurs de l'urbaniste.

Pour répondre aux enjeux de durabilité et de contrainte énergétique, les politiques publiques, comme on l'a vu⁶⁶⁴, affichent une volonté de concentrer les moyens et les instruments réglementaires vers les modes alternatifs à la route. Or le débat existe aujourd'hui d'une alternative à cette orientation par l'amélioration du système de transport automobile. Cette thèse est développée en particulier en France par Orfeuill et Massot⁶⁶⁵. Une lecture de l'évolution des mobilités, de la prégnance des espaces périphériques dans le développement urbain conduit ces auteurs à discréditer la voie de la densification, de la ville compacte et du développement des modes doux et collectifs, présentée comme aujourd'hui minoritaire dans le fonctionnement urbain et majoritairement non désirée par les habitants en quête de logement⁶⁶⁶. Le système automobile étant vu comme pérenne à cause de son ancrage dans les modes de vie, c'est son amélioration qui paraît la plus pertinente ; dans cette optique, le progrès viendra des améliorations apportées aux véhicules, en réduisant leur taille et en poussant la recherche technologique sur les motorisations. Pour les tenants de cette approche il n'est pas nécessaire de remettre en cause les formes urbaines de l'étalement ; les urbanistes pourraient faire l'économie de la recherche de formes urbaines plus compactes et plus denses. Si cette thèse est très largement minoritaire parmi les penseurs et les théoriciens de l'urbanisme, elle n'en mérite pas moins d'être discutée, dans son rapport aux distances. Ici il s'agit de générer des distances moins énergivores dans une ville inchangée en optimisant le système automobile. Dans ce modèle urbain, les distances en jeu sont les distances-réseaux du transport, sans intervention sur les distances euclidiennes existantes entre les fonctions urbaines.

De manière plus générale, c'est la conception de la trame viaire qui crée les distances entre fonctions dans la ville. Il s'agit d'un des enjeux centraux de la *ville passante* de David Mangin, consistant à construire un contre-modèle à la *ville sécurisée* qui limite les accès autrement qu'en automobile dans les quartiers d'habitat pavillonnaire⁶⁶⁷. L'idée d'une trame viaire permettant une forme urbaine plus perméable aux circulations est aussi un principe fondamental dans les réflexions sur la transformation des espaces construits issus de l'étalement urbain⁶⁶⁸. Dans ces deux modèles proposés par les urbanistes, la conception des distances des transports et des distances de la densité joue un rôle essentiel.

On a vu à quel point la distance euclidienne forge les mentalités des individus mobiles et imprègne les représentations utilisées par les acteurs⁶⁶⁹. Comme le souligne Héran, la ville ne peut connaître les distances euclidiennes, car alors dans ce cas limite, l'ensemble de l'espace urbain serait occupé par les infrastructures⁶⁷⁰, situation ne laissant aucune place aux autres fonctions urbaines, l'habiter, le travailler, la distraction.

664 Au chapitre « Automobilité et crise urbaine » à partir de la page 19.

665 « La Mobilité, une alternative à la densification du centre » ; « La Contrainte énergétique doit-elle réguler la ville ou les véhicules? Mobilités urbaines et réalisme écologique », *Annales de la Recherche Urbaine* 103 (2007); « Mobilité : Une contrainte énergétique exigeante mais surmontable », *T.E.C.* 216 (2012): 4-12.

666 Massot et Orfeuill, « Mobilité ».

667 *La ville passante* (Paris: Parenthèses, 2008), 99, http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_GPU2008.pdf.

668 Tachieva, *Sprawl repair manual*.

669 Confère au paragraphe « L'encombrante distance euclidienne », page 50.

670 Héran, « Des distances à vol d'oiseau aux distances réelles ou de l'origine des détours », 111.

Intervenir sur la distribution des fonctions

La distribution spatiale des fonctions urbaines est la question centrale tant de l'urbanisme que de l'aménagement du territoire.

Dans l'histoire de l'urbanisme, en plus des premiers modèles urbains de Cerdá et de Haussmann, Choay identifie trois modèles essentiels qui sont la *ville linéaire* de Soria y Mata, la *cité radieuse* issue des CIAM, et la *Garden City* d'Howard⁶⁷¹. Allain souligne l'importance des distances dans la définition du modèle fondamental de la cité jardin d'Howard, visant à créer des proximités urbaines dans un paysage campagnard⁶⁷². Notons que les cités jardins doivent rester limitées en taille pour préserver les espaces verts et reliées entre elles par le réseau ferroviaire⁶⁷³.    l'autre extrémité du spectre des densités, le modèle des unités d'habitation développé par Le Corbusier a pour objet d'organiser la vie urbaine le plus possible dans les courtes distances générées par un unique b  timent⁶⁷⁴.

La conception des grands ensembles en France dans les années 1950 découle en partie de réflexions sur l'équipement et les services associés aux unités d'habitation, sur la base de critiques portées aux premières expériences de construction industrialisée n'ayant cherché à satisfaire que l'unique besoin en logement⁶⁷⁵. La démarche a abouti à la définition de « grilles d'équipement des grands ensembles » définissant un ensemble d'échelons allant du groupe résidentiel (200 à 500 logements), à l'unité de voisinage (800 à 1 200) et au quartier (de 2 500 à 4 000). Chacun de ces niveaux doit être équipé en commerce, écoles, services, etc.⁶⁷⁶. Cependant ces approches de la proximité urbaine, satisfaisantes sur un plan fonctionnaliste, ont vite été critiqu  es, en particulier dans le texte de référence de la sociologie urbaine française de Chamboredon et Lemaire⁶⁷⁷ qui a opposé deux archétypes d'habitants des grands ensembles l'un pris dans une phase transitoire d'une trajectoire ascendante, et l'autre trouvant là un terme sans perspective d'amélioration. Ainsi la proximité spatiale ne se traduit pas obligatoirement par une proximité sociale, car les dynamiques individuelles, familiales sociales et culturelles créent des « vécus sociaux » foncièrement différents voire oppos  s⁶⁷⁸. La disjonction vient ici du décalage entre différentes formes de distances, sociales, spatiales, distance des densités et aussi distances des transports. Ici encore les distances sont des paramètres importants pour comprendre et intervenir sur les dynamiques. Nous focalisons notre travail sur les distances spatiales, mais on voit ici que le concept de la distance sociale sans référence spatiale⁶⁷⁹ peut être mobilisé    côté des autres mesures des distances.

Aujourd'hui, dans le travail des urbanistes, la réflexion sur les distances est essentielle. Suivant les mots d'Allain « les défis de l'aménagement actuel consistent finalement à réintroduire dans ces « chantiers ratés » [du fonctionnalisme et du périurbain] de la ville contemporaine un peu de la proximité des quartiers traditionnels »⁶⁸⁰.

Pour illustrer cet enjeu de la distribution des fonctions, Decoupigny montre sur le cas du littoral de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur comment la proximité aux « espaces naturels » représente un des facteurs explicatifs du développement résidentiel dans les espaces m  tropolitains⁶⁸¹. La distribution spatiale d'une aménité, en l'occurrence les espaces naturels, est un facteur explicatif pour les

671 Choay, « La mort de la ville et le règne de l'urbain », 30.

672 Allain, « Ville et proximité. Le point de vue d'un géographe-urbaniste ».

673 Choay, « La mort de la ville et le règne de l'urbain », 30.

674 Maurice Besset, *Le Corbusier* (Skira, 1987), <http://www.getcited.org/pub/102556735>.

675 Péron, « Le pr  s et le proche », 47.

676 Ibid.

677 Chamboredon et Lemaire, « Proximité spatiale et distance sociale. Les grands ensembles et leur peuplement ».

678 Péron, « Le pr  s et le proche », 48.

679 Nous avons déjà discuté, dans le paragraphe intitulé « La distance en sociologie » page 82, du statut de ces distances sociales en rapport avec les distances spatiales que nous appelons simplement *distances*.

680 « Ville et proximité. Le point de vue d'un géographe-urbaniste ».

681 « Métropolisation des espaces naturels et indicateurs de localisation résidentielle en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur », *Revue d'  conomie Régionale & Urbaine*, n   4 (2007): 589-607.

localisations résidentielles, ce qui illustre un fonctionnement urbain basé sur les distances entre fonctions.

Nous venons de voir qu'il est possible d'éclairer de manière pertinente ces deux types d'intervention urbaine, sur les transports et sur la distribution des fonctions, en mobilisant tout ou partie du système de distances pour l'urbanisme que nous avons proposé. C'est le cas a fortiori pour les interventions conjointes sur les deux secteurs que nous abordons maintenant.

Intervenir conjointement sur les transports et sur la distribution des fonctions

L'intervention sur les réseaux et l'intervention sur la ville devraient le plus possible être conduites de front. Cette intervention conjointe sur les deux secteurs correspond à l'esprit de la planification urbaine intégrée ou de l'aménagement du territoire, pour lesquels les transports constituent un des secteurs d'intervention parmi d'autres, intégré dans un projet global de territoire ou de ville.

Dans cet esprit on trouve l'idée de l'urbanisme des transports collectifs, traduction proposée du vocable américain du *transit oriented development* (TOD), qui vise un développement conjoint de la ville et des systèmes de transport collectif. Nous développerons plus bas⁶⁸² les termes et les enjeux de ce type d'urbanisme, mais ici nous proposons d'exposer les principes d'un des modèles du TOD qui est la *ville creuse* imaginée par Maupu⁶⁸³. Il s'agit de penser une ville organisée autour d'une boucle de transport ferroviaire. Les déplacements sont permis par le mode ferroviaire pour les distances longues, tandis que la forme urbaine favorise les modes doux pour les courtes distances. La voiture n'est alors pas indispensable. La forme urbaine est organisée dans un corridor de densité bouclé enserrant un espace vide, creux, laissé aux usages ruraux ou récréatifs, un centre de verdure et d'espaces naturels. Ce modèle théorique organise les distances du transport d'une manière à soutenir le fonctionnement d'une forme urbaine ayant une emprise spatiale relativement grande, mais sans dépendre de la voiture comme c'est souvent le cas dans les villes actuelles. La ville creuse pense aussi les distances de la densité par une urbanisation dense et mixte le long du tracé du système ferroviaire.

Dans l'histoire urbaine, le cas de Vienne en Autriche au 19e offre l'exemple d'une croissance urbaine organisée par les réseaux de transport ferrés. À partir de la *Ringstrasse* établie sur l'emplacement des fortifications, entourant le centre médiéval, un ensemble urbain est conçu par des quartiers reliés les uns aux autres par le chemin de fer urbain dans un modèle dont la croissance pourrait être infinie⁶⁸⁴.

Pour les habitants, l'inscription dans un bassin de vie suppose le plus souvent la maîtrise de deux distances principales, l'une de la proximité du quartier de résidence, et l'autre, à l'échelle de l'agglomération, pour l'accès aux autres fonctions urbaines. Ainsi, dans une approche de sociologie urbaine, Jouffe s'appuie sur deux échelles, celle du quartier et celle de la métropole pour analyser les pratiques urbaines, les mobilités et les trajectoires résidentielles des habitants des quartiers défavorisés à Santiago du Chili⁶⁸⁵. Le système de distances peut permettre ici d'éclairer les possibilités et les freins d'une inscription métropolitaine pour les habitants de la ville.

La confrontation entre la distance à vol d'oiseau, qu'ils appellent portée, et les distances en marche à pied et par d'autres modes de transport, permet à Genre-Grandpierre et Foltête d'expliquer en grande

682 Dans la section intitulée « Erreur : source de la référence non trouvée », à partir de la page Erreur : source de la référence non trouvée.

683 *La ville creuse pour un urbanisme durable: Nouvel agencement des circulations et des lieux* (l'Harmattan, 2006).

684 Denis Bousch, « La grande illusion. Vienne ou l'impossible métropole », *Romantisme* 24, n° 83 (1994): 73-80, doi:10.3406/roman.1994.5936.

685 Alejandra Lazo et Yves Jouffe, « L'informalité comme pratique. La Mobilité des habitants du quartier "Castillo", quartier défavorisé de Santiago du Chili », consulté le 7 février 2013, <http://www.atrria.phpnet.org/site/IMAGES/Publications/lazo-jouffe.pdf>.

partie l'usage de la marche à pied dans un tissu urbain⁶⁸⁶. Plus le détour est élevé, à distance à vol d'oiseau comparable, moins l'usage de la marche sera fréquent. L'optimalité de la distance est ici réaffirmée, en indiquant la prévalence de la ligne droite, optimale pour la formation des distances pédestres. Cette analyse montre que ce système de distance permet à la fois de comprendre le lien entre la forme du réseau viaire, la distribution des fonctions urbaines et l'usage des modes de transport, mais aussi d'agir, car le cadre d'analyse identifie les principaux leviers de l'urbanisme : distribution des fonctions et formes des réseaux.

Le modèle Remus développé par Moreno vise à mesurer les distances entre bâtiments dans la ville pour identifier des ensembles cohérents⁶⁸⁷.

Le modèle est basé sur une description de la géométrie des bâtiments et sur une description fine du réseau de déplacement sous la forme d'un graphe. Un ensemble de mesures peut alors être réalisé pour indiquer toutes les distances existant entre les bâtiments d'une ville. Il s'agit ici de définir des niveaux de densité basés sur une distance réseau plutôt que classiquement sur une distance euclidienne.

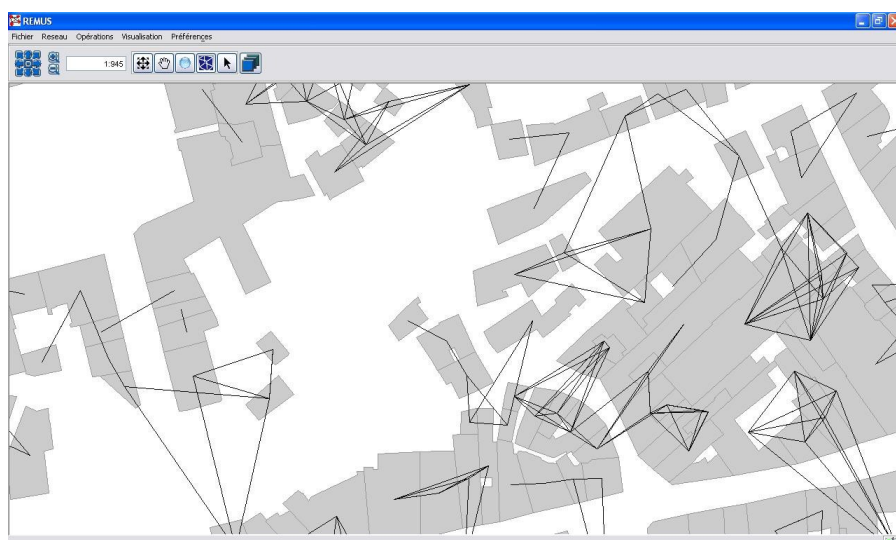


Illustration 63. Les voisinages de moins de 25 m entre bâtiments mesurés par le modèle Remus (Badariotti, Banos, et Moreno 2007)

L'introduction de seuils de longueur de chemins permet alors d'identifier des « sous-ensembles urbains reliés de manière préférentielle » qui peuvent servir d'éléments de base pour une réflexion sur la distribution d'équipements urbains ou sur des « zones de proximité », mais qui peuvent aussi permettre d'identifier des insuffisances dans le réseau viaire⁶⁸⁸. La confrontation entre les deux mesures de la distance euclidienne et de la distance-réseau pédestre peut aussi nous donner une indication sur l'écart pouvant exister entre une densité mesurée, brute et une densité subjective ou vécue : le nombre de mes voisins vivant à deux ou cinq minutes de marche à pied de l'entrée de mon domicile est nécessairement inférieur, voire très inférieur, au nombre de personnes vivant dans un rayon de deux ou cinq minutes de marche à vol d'oiseau. Dans cet exemple, le système de distances de l'urbanisme que nous proposons permet d'expliciter et de discuter en profondeur les principaux paramètres de description des formes urbaines qui sont analysées.

686 « Morphologie urbaine et mobilité en marche à pied », *Cybergeo : European Journal of Geography*, 7 octobre 2003, doi:10.4000/cybergeo.3925.

687 Dominique Badariotti, Arnaud Banos, et Diego Moreno, « Conception d'un automate cellulaire non stationnaire à base de graphe pour modéliser la structure spatiale urbaine: le modèle Remus », *Cybergeo : European Journal of Geography*, 3 octobre 2007, doi:10.4000/cybergeo.10993.

688 Ibid.

Transition

Nous avons analysé dans ce chapitre le sens et la place de la distance dans la connaissance actuelle intéressant les domaines de la géographie des transports et de l'urbanisme. Selon la définition que nous retenons, la distance est définie comme une idée et une mesure de l'écartement entre les lieux. Elle correspond à un déplacement réalisé ou imaginé, mais elle recouvre aussi l'idée de l'espacement géométrique entre les objets de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire. Nous avons vu que la distance résiste bien à la confrontation avec les notions voisines d'espace, de vitesse, de proximité et de mobilité. Pour les domaines qui nous intéressent, la distance est un cadre d'analyse, mais elle est aussi un levier pour l'action.

L'examen de la place que la distance occupe dans les sciences sociales révèle une position complexe, entre affirmation et émergence. Centrale pour la géographie, elle est devenue un facteur important en économie et a permis de renouveler les approches en psychologie et en sociologie.

Enfin nous avons présenté et approfondi les débats de la distance. La fin annoncée de la distance, mais surtout le débat sur les propriétés mathématiques de la distance nous apportent des éléments nouveaux. Nous affirmons le caractère d'optimalité de la distance et ses deux déclinaisons que sont, paradoxalement, le détour et la pause. Ces trois propriétés nous amènent à énoncer trois affirmations sur les distances que nous illustrons dans les domaines des transports et de l'urbanisme et de l'aménagement.

Après cet exposé théorique, suivi d'une illustration de sa signification dans les domaines de l'action, nous allons passer à l'exposé de notre activité de recherche déclinée selon trois axes.

La distance est porteuse d'optimalité. Le détour dans les distances contribue à former cette optimalité. La pause dans la distance est aussi un facteur contributif de l'optimalité. L'urbanisme peut tirer parti de ces caractères des distances : l'action sur les transports, l'action sur la distribution des fonctions et les interventions combinées sur ces deux volets sont autant de possibilités de tirer parti de la pause, du détour et de l'optimalité des distances.

Encart 9

Trois axes d'une recherche appliquée sur les distances

Nous avons vu que l'on peut considérer la distance comme un élément central du fonctionnement et du développement urbain. Nous allons maintenant dessiner trois axes d'une recherche liant les distances aux villes et aux territoires.

Ces trois axes s'ordonnent du plus abstrait au plus concret, du plus théorique au plus appliqué. Nous débutons par une réflexion sur la représentation de l'espace-temps, suivie d'un travail sur la mesure de l'accessibilité inter-urbaine et nous terminons par un axe portant sur un modèle urbain particulier liant urbanisme et transport en commun.

Les distances de l'espace ratatiné : une nouvelle géographie des transports rapides

Est exposée ici une réflexion théorique sur la cartographie d'espace-temps qui inspire tous les autres travaux ; cette réflexion alimente la conviction que les distances constituent un objet d'études en soi, que leur complexité les rend légitime en tant qu'objet d'étude.

Les cartes chiffonnées sont ici présentées comme alimentant une réflexion théorique sur la manière de penser les liens entre les réseaux de transport et l'aménagement du territoire. Elles ont pour substrat l'idée que l'évolution du monde décrite au travers du phénomène à double face de métropolisation et de mondialisation aboutit à la production d'un espace différencié.

Un espace-temps complexe

L'adjectif complexe est parfois galvaudé en sciences sociales, mais il faut reconnaître que l'espace-temps possède cette propriété. La complexité de l'espace-temps s'exprime par trois dimensions : la complexité au sens classique d'un objet « fait d'éléments imbriqués »⁶⁸⁹, la complexité en référence au caractère systémique du transport, et la complexité en référence au sens commun d'une difficile intelligibilité pour les individus et les sociétés.

689 Alain Rey, *Dictionnaire historique de la langue française* (Paris: Le Robert, 2012).

L'espace-temps contemporain est complexe, car il est produit par des systèmes de transport, eux-mêmes organisés en sous-systèmes hiérarchisés et parfois concurrents. Le grand enseignement de l'approche historique des transports est le fait que, contrairement à une conception simplificatrice, les nouveaux modes de transport n'effacent pas les anciens, que la coexistence des nouveaux et des anciens est fondamentale⁶⁹⁰. Ainsi le chemin de fer a été introduit à côté du transport maritime, de la voie d'eau et du transport par la route. Il ne les a éclipsés ni les uns ni les autres, car un jeu complexe et évolutif de concurrence et de complémentarité s'est développé, jusqu'à nos jours. Dans le domaine des transports, la fascination pour le nouveau, pour le plus rapide, pour le plus efficace, ne doit pas faire oublier que le système de transport conserve une organisation en sous-systèmes ayant chacun des logiques propres, des logiques de réseau essentiellement⁶⁹¹. Il faut donc admettre et imaginer un espace-temps des transports produit par plusieurs systèmes, plusieurs modes de transport.

À une autre échelle et à une autre époque, le développement du transport aérien depuis le 20^e siècle n'a pas conduit à la disparition des autres modes de transport plus lents. Chaque mode de transport a continué à se développer dans son espace de pertinence, avec des compétitions féroces aux marges. À l'échelle des espaces métropolitains, le système routier peut être vu comme le mode principal, même si, à l'échelle planétaire, des spécificités locales peuvent être relevées. Le tableau général des mobilités implique deux niveaux, avec les agglomérations ou le niveau local dominé par la voiture, et la longue distance dominée par l'avion. Cette typologie doit être mise en correspondance avec le fonctionnement des systèmes urbains possédant des composantes intra-métropolitaine et extra-métropolitaines chacune associée à un mode de transport privilégié. Pour compléter l'analyse, il faut mentionner le développement marginal d'autres modes, le transport public et le ferroviaire à grande vitesse, chacun opérant en complémentarité plutôt qu'en substitution des modes principaux.

A cette observation objective des caractéristiques de l'espace-temps, s'ajoutent les dimensions de la subjectivité. Les moyens de transport rapides ont modifié en profondeur nos représentations de l'environnement, mettant en arrière plan un paysage esthétisé devenu un décor qui auparavant était beaucoup plus intériorisé, l'homme étant alors immergé dans le paysage par l'intermédiaire de son expérience sensorielle⁶⁹². L'expérience des modes rapides ne contribue pas nécessairement à améliorer la compréhension des distances. Nous avons déjà souligné le poids des éléments de subjectivité dans l'appréhension des distances⁶⁹³ ; s'agissant des représentations, nous voulons, par le moyen d'une construction à partir d'éléments objectifs, mesurables, donner à voir une image qui pourra aider les individus à comprendre leurs propres représentations intérieures de l'espace.

*« L'idée de **ce qui est réel** et de **ce qui est abstrait** doit être discutée avec un peu de longueur. Car il est particulièrement facile de penser que quand nous nous référons à un espace multidimensionnel nous pensons à quelque chose qui en un certain sens n'est pas réel. Nous sommes puissamment conditionnés à penser que l'espace à trois dimensions de l'ingénieur est une réalité qui surpasse toutes les autres réalités, et somme incités à poser la question : comment imaginer un espace à n dimensions ? La réponse est simplement qu'il n'est pas nécessaire d'imaginer une telle chose. Le mathématicien ne fait que décrire une complexité que nous expérimentons déjà. Il n'est pas en train d'inventer une nouvelle expérience à laquelle le reste d'entre nous doit tenter d'accéder. »⁶⁹⁴.*

Ces phrases sur les espaces mathématiques multidimensionnels résonnent très fortement avec les réflexions et les représentations présentées ici. Nous voulons établir un modèle de distance et le mettre en forme dans une représentation. Il s'agit d'un passage de l'abstraction de la distance à la

690 Armstrong, « Transport History, 1945-95 », 114.

691 Dupuy, *L'Urbanisme des réseaux*; P. Musso, « Genèse et critique de la notion de réseau », in *Penser les réseaux*, Milieux (Seyssel: Champ Vallon, 2001), 194-217; Daniel Parrochia, *Penser les réseaux* (Seyssel: Champ Vallon, 2001).

692 Jean-Christophe Gay, « Vitesse et regard. Le nouveau rapport de l'homme à l'étendue », *Géographie et Cultures*, n° 8 (1993).

693 Voir page 51 la partie intitulée « La distance possède plusieurs unités de mesure ».

694 R. H. Atkin, « An algebra for patterns on a complex, II », *International Journal of Man-Machine Studies* 8, n° 5 (1976): 493.

réalité d'une carte qui vient déranger le conditionnement euclidien. Nous proposons ici de décrire la complexité de l'espace-temps des transports.

Les réseaux de transports transport producteurs de distances : un problème cartographique

Pour comprendre l'espace-temps actuel il est nécessaire de souligner le rôle majeur joué par les grandes vitesses dans la structuration des espaces métropolitains⁶⁹⁵. Ces grandes vitesses ont permis un développement des communications à l'échelle mondiale. Mais dans le même temps les grandes vitesses opèrent une sélection drastique des lieux⁶⁹⁶. Au moment où sont mis en évidence les hauts lieux de la communication mondiale, les réseaux secondaires continuent d'exister à l'intérieur des interstices. Le fait que les réseaux secondaires soient rétrogradés par comparaison avec les réseaux des grandes vitesses est un élément clé de la formation des distances-temps.

Face à ces phénomènes, la littérature récente insiste sur la différenciation de l'espace, avec la présence de fonctions de niveau mondial situées à proximité spatiale immédiate d'espaces de relégation et d'exclusion⁶⁹⁷, et sur les inégalités spatiales favorisant les plus grands des centres urbains⁶⁹⁸.

Mais comment représenter cet ensemble compliqué de relations dans l'espace ? Traiter cette question implique de considérer la perspective plus large de la représentation des distances. Dans ce domaine Bunge a écrit qu'il existe essentiellement deux pistes consistant « soit à représenter des distances compliquées sur des cartes simples, soit à représenter des distances simples sur des cartes compliquées »⁶⁹⁹. On notera que Bunge emploie le vocable de la *complication* et qu'il n'éprouve pas le besoin d'évoquer la complexité sur cette question.

Pour illustrer cette problématique de la complication des distances générées par les moyens de transport, Bunge introduit l'inversion spatiale⁷⁰⁰. L'identification de l'inversion

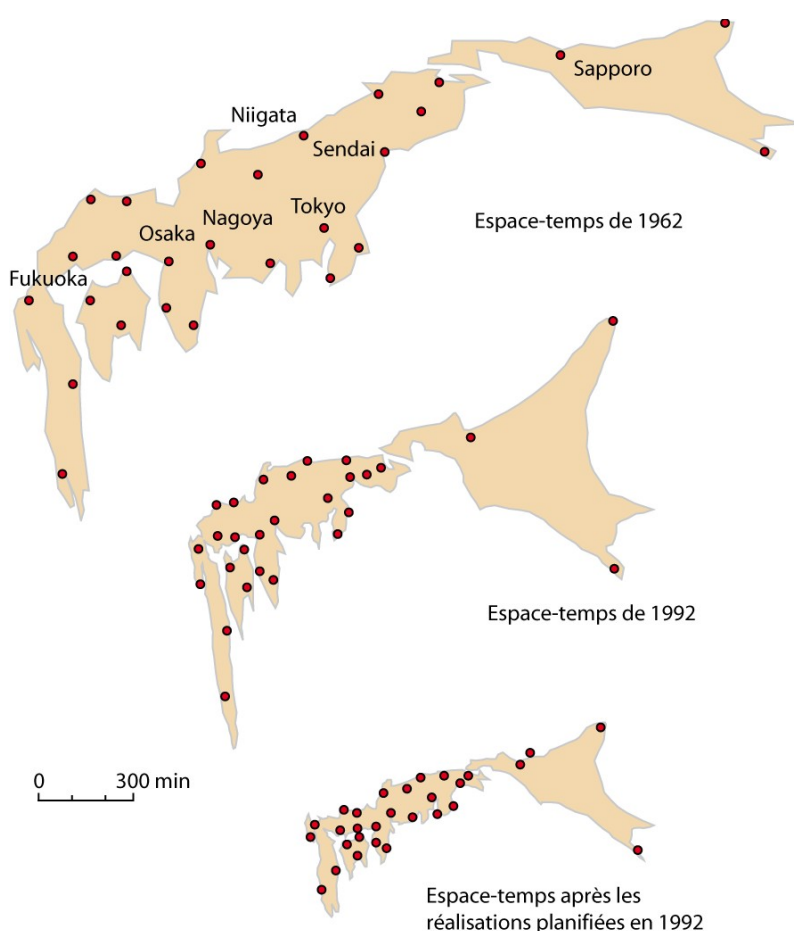


Illustration 64. Anamorphoses de l'espace-temps japonais modifié par le développement de la grande vitesse ferroviaire (Shimizu 1992)

695 Bozzani-Franc, « Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des territoires ».

696 Graham et Marvin, *Splintering Urbanism, networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*.

697 Ibid.

698 Knowles, « Transport shaping space ».

699 Bunge, *Theoretical geography*.

700 L'inversion spatiale est détaillée dans la partie intitulée « Les distances reliant transport et urbanisme : du détour à l'inversion spatiale » commençant page 17.

spatiale est une justification essentielle des recherches sur les nouvelles représentations de l'espace-temps qui pourraient restituer la complication des distances. C'est un appel direct à *compliquer* la carte dans le but de simplifier les distances, en l'occurrence ici les distances-temps, pour les rendre plus simples et faciles à lire.

Dans ce cadre, les anamorphoses d'espace-temps constituent la première proposition dans laquelle on déplace les lieux pour mieux respecter les distances-temps. Un exemple éloquent est proposé par Shimizu montrant la contraction du Japon par le développement de la grande vitesse ferroviaire entre 1962 et 1992⁷⁰¹. Dans le domaine de la représentation des distances, l'anamorphose appartient au type défini par Bunge des distances simples sur une carte compliquée.

Deux éléments d'information sur les distances-temps peuvent être extraites d'une telle carte : la contraction générale de l'espace, et les déformations locales produites par les lignes à grande vitesse. Si le nouveau moyen de transport avait été caractérisé dans son effet sur l'espace, par l'homogénéité et l'isotropie, alors la forme externe générale du Japon serait restée inchangée. Seule la taille aurait diminué. Toutes les distorsions du dessin de l'enveloppe conventionnelle des côtes du Japon indiquent les directions privilégiées par la forme du réseau. La littérature sur les réseaux a abondamment exprimé l'idée que les transports modernes provoquent l'hétérogénéité de l'espace⁷⁰².

Le modèle n'est cependant pas exempt de limites. La critique majeure portée à l'encontre des anamorphoses appliquées à la représentation des distances est le fait que lorsque deux lieux se rapprochent l'un de l'autre, alors, par construction, tout l'espace intermédiaire gagne aussi en accessibilité. Les autoroutes sont l'exemple de l'effet tunnel discuté précédemment⁷⁰³ qui voit des infrastructures munies d'un nombre limité de points d'accès réduire les gains d'accessibilité à un ensemble limité de lieux qui ne sont pas distribués de manière homogène le long de la ligne. Ce phénomène est même encore plus marqué dans le cas de la grande vitesse ferroviaire⁷⁰⁴, et constitue une des caractéristiques majeure du système de transport aérien⁷⁰⁵. Quant au phénomène d'inversion spatiale, il ne peut pas être lu sur l'anamorphose, à cause du principe de préservation de l'ordre des proximités qui est présent dans la majorité des méthodes exposées dans la littérature⁷⁰⁶. Ce principe

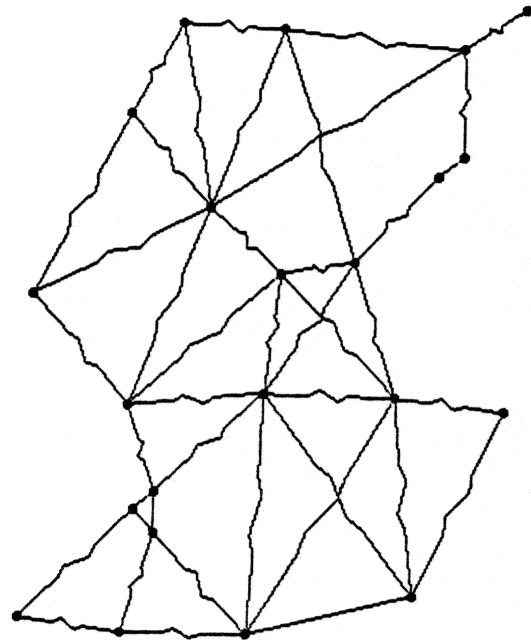


Illustration 65. Carte en ressort des distances-temps du Colorado occidental (Tobler 1997)

701 « Time-space mapping based on topological transformation of physical map », in W.C.T.R. « Sixième conférence mondiale sur la recherche dans les transports » (Lyon, 1992).

702 Dupuy, *L'Urbanisme des réseaux*; Castells, *The Rise of the Network Society*; Graham et Marvin, *Splintering Urbanism, networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*; Knowles, « Transport shaping space ».

703 Confère « Erreur : source de la référence non trouvée » page Erreur : source de la référence non trouvée.

704 Yuji Murayama, « The impact of railways on accessibility in the Japanese urban system », *Journal of Transport Geography* 2, n° 2 (1994): 87; Alain L'Hostis, « Graph Theory and Representation of distances: Chronomaps and Other Representations », in *Graphs and Networks: Multilevel Modelling*, Geographical Informations Systems Series (London: ISTE, 2007), 177-191.

705 Haggett, *Geography, a global synthesis*.

706 Shimizu, « Time-space mapping based on topological transformation of physical map »; Klaus Spiekermann et Michael Wegener, « The Shrinking continent: new time-space maps of Europe », *Environment and planning B.: planning and design* 21 (1994): 653-673; G. Clark, « Where is Stranraer now? Space-time convergence re-visited », *World Transport Policy & Practice* 5, n° 2 (1999): 11-17; Hiroshi Kotoh, « New ideas of time maps which shows exact times partially or maintain the topological structure », in *Colloque Européen de Géographie Théorique et Quantitative* (Saint-Valéry-en-Caux, 2001), 15.

peut être compris comme une volonté de maintenir une cohérence spatiale dans la représentation cartographique.

Déplacer les lieux sur la carte n'est pas le seul moyen de représenter les distances. L'idée de dessiner les chemins entre les lieux de manière à rendre compte des différentes distances a été introduite dans les années 1980 simultanément des deux cotés de l'Atlantique⁷⁰⁷. Il n'est pas fortuit que les deux propositions, émises sans connaissance l'une de l'autre, ont visé à comprendre les distances routières dans des régions montagneuses. Dans l'exemple proposé par Tobler, la localisation des villes et des nœuds de réseaux demeure inchangée par rapport à leur localisation géographique usuelle. La longueur des routes reliant les nœuds les uns aux autres est figurée par un ressort, dont l'intensité de la tension indique le degré de sinuosité de l'itinéraire.

On constate que la sinuosité des routes n'est pas distribuée uniformément dans l'ensemble de l'espace de cette partie montagneuse du Colorado. Avec ce modèle on peut obtenir une information sur la difficulté de relier deux lieux en lisant la *longueur visuelle*⁷⁰⁸ des liens. Un segment rectiligne peut être converti en kilomètres de trajet au moyen de l'échelle, tandis qu'une courbe sinueuse, comprimée, indique une route plus longue. Ce principe est utilisé dans la carte en ressort pour exprimer l'idée de directions qui sont soit privilégiées, soit handicapées. Notons que ce modèle a été développé de nouveau récemment par des auteurs japonais⁷⁰⁹.

Le modèle de la carte en ressort peut indiquer les directions les plus courtes dans l'espace. En tant que carte non-euclidienne, cette cartographie exprime l'idée selon laquelle les chemins les plus courts s'écartent le plus souvent de la ligne droite, insistant sur le détour dont nous avons souligné l'importance⁷¹⁰. Dans cette perspective, elles constituent une des réponses possibles à l'appel à une cartographie non-euclidienne⁷¹¹. Insistons ici sur la nature non-euclidienne de ces cartes. Leur support, que ce soit la feuille de papier ou l'écran plat de l'ordinateur, possède certes les propriétés du plan euclidien, mais les éléments de la représentation, ses points ses lignes, ses aplats de couleur montrent les chemins que l'on peut emprunter : ce sont ces chemins qui établissent les distances, et ce sont donc ces éléments qui construisent la distance et la forme de l'espace mathématique qui lui est associée ; en ce sens la représentation s'impose en lieu et place du support plan euclidien sur laquelle elle s'inscrit. Il s'agit donc bien de représentations cartographiques non-euclidiennes.

Selon un principe en partie commun avec celui des cartes en ressort, bien que l'aspect graphique ne l'indique pas immédiatement, la carte en relief d'espace temps a été introduite dans les années 1990⁷¹². Ce type de représentation préserve la localisation des lieux et exploite les ressources de la troisième dimension pour tracer les différentes vitesses et les distances-temps associées d'un réseau multimodal. Notons que la carte est toujours produite sur un support bidimensionnel, feuille de papier ou écran d'ordinateur, mais qu'elle est conçue dans les trois dimensions puis projetée. Les ressources de l'informatique ont permis de mettre au point tous les paramètres visuels, notamment la variation de la teinte des facettes et la gestion des faces cachées, pour exprimer visuellement la

707 François Plassard et Jean-Louis Routhier, *Sémiologie graphique et évaluation* (Lyon: A.R.T.U.R., 1987); Tobler, « Visualizing the impact of transportation on spatial relations ».

708 L'Hostis, « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide ».

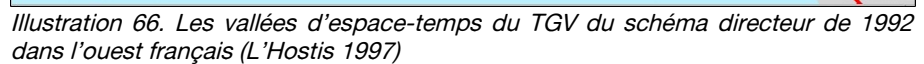
709 Atsuyuki Okabe et Toshiaki Satoh, « Uniform network transformation for points pattern analysis on a non-uniform network », *Journal of Geographical Systems* 8, n° 1 (2006): 25-37.

710 Confère « Seconde affirmation : le détour est le plus souvent une recherche d'optimisation », page 112.

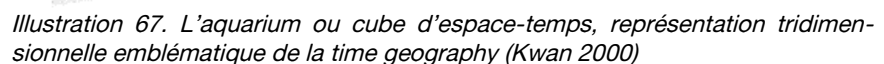
711 Müller, « Non-Euclidean geographic spaces: mapping functional distances »; Golledge et Hubert, « Some comments on non-Euclidean mental maps ».

712 Philippe Mathis, Nadine Polombo, et Alain L'Hostis, « Les Grandes vitesses », in *Circuler demain*, par Alain Bonnafous, François Plassard, et Bénédicte Vulin, Monde en cours, Prospective et territoires (La Tour d'Aigues: DATAR Editions de l'Aube, 1993), 129-142; Laurent Chapelon, Alain L'Hostis, et Philippe Mathis, « Transport et espace: l'interaction des échelles spatiales et temporelles », in *journées du programme Environnement, Vie et Société du CNRS: « Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement »* (Paris, 15-17 janvier 1996, 1996), 13; Philippe Mathis, « Consommations d'énergie et pollutions liées à l'étalement des densités », in *Environnement et Aménagement du territoire*, Recherches (Paris: La documentation française DATAR, 1996), 95-106.

Les premières cartes en relief d'espace-temps ont été créées à l'époque de la mise en place du réseau TGV de l'ouest français. C'est pourquoi l'attention s'est d'abord focalisée sur la compréhension des effets sur l'espace-temps du réseau en cours de développement et de ses extensions projetées, comme dans le Schéma Directeur de 1992. La carte ci-contre montre le creusement des vallées d'espace-temps du TGV dans l'ouest français, sous l'effet d'une contraction sélective en direction de la capitale qui n'est pas compensée par une amélioration des distances le long de la façade Atlantique.



La troisième dimension est une idée forte de la *time geography* d'Hägerstrand. La troisième dimension permet de représenter le temps et le déroulement des activités dans l'espace-temps. C'est le principe de « l'aquarium d'espace-temps »⁷¹³ dont un exemple est proposé ci-contre. Dans cette représentation les trajectoires spatiales représentées sur la carte s'étagent suivant le troisième axe perpendiculaire au plan pour exprimer leur inscription temporelle. La représentation est réellement spatio-temporelle.



713 Hägerstrand, « What about people in regional science? ».

sous les apparences superficielles, la *structure surfacique* représentée par la carte topographique, que nous découvrons la *structure profonde* de la réalité »⁷¹⁴.

Comme l'illustre l'aquarium de la *time geography*, la troisième dimension est une piste fructueuse pour imaginer les cartographies de l'espace-temps.

Le froissement de l'espace-temps est une idée qui trouve un écho dans une proposition émise initialement par Bunge et rapportée par Tobler⁷¹⁵. Bunge propose de dessiner la carte du monde sur un ballon de baudruche, puis de relier les lieux les plus accessibles par des cordelettes à l'intérieur du ballon. Lorsque l'on gonfle le ballon on crée une surface plus proche de la géométrie réelle de la géographie actuelle que celle du globe terrestre vendu dans le commerce. Comme l'écrit Tobler, en 1993, c'est-à-dire avant d'avoir connaissance des cartes en relief d'espace-temps de Tours qui sont à ce moment-là en gestation, « les relations sur notre terre sont certainement frappées de rétrécissement, mais elles deviennent aussi plus tordues, mises à l'envers et déformées de manière presque inimaginable »⁷¹⁶. Cette description d'une géométrie terrestre d'espace-temps résonne fortement avec les images proposée par l'école de Tours. Il n'est dès lors pas surprenant de constater l'enthousiasme de Tobler pour la proposition de Mathis-L'Hostis : « on peut admettre que mesurer les distances sur cette carte est difficile, mais ce diagramme est néanmoins une invention merveilleuse, à la fois conceptuellement et graphiquement »⁷¹⁷.

La première occurrence de l'idée du *plissement* de l'espace par les réseaux de transport revient à Bunge dans sa *Theoretical Geography*⁷¹⁸. La figure reproduite ci-contre montre l'effet sur l'espace d'une amélioration des conditions de transport en empruntant une voie créée dans une zone de marais. L'introduction de la voie provoque un différentiel dans l'efficacité du transport entre la route et le reste de l'espace qui est difficile à parcourir par des moyens de transport terrestres avec ses marais et ses lacs. Une contraction de l'espace-temps s'opère le long de l'itinéraire, mais les zones humides restent difficiles à parcourir ; leur étendue dans l'espace-temps est intacte, et une série de plis apparaît perpendiculairement à la route, comme un sur tissu que l'on fronce.

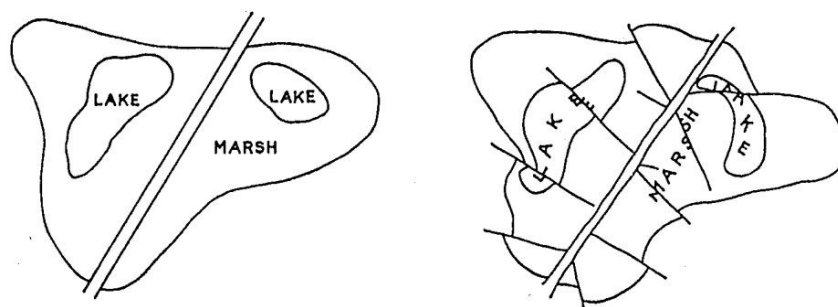


Illustration 68. Le plissement de l'espace créé par une route dans les marais (Bunge 1962, 271)

Concernant les cartes en relief d'espace-temps, l'analogie avec la feuille de papier froissé est introduite au sujet d'une représentation de l'Europe⁷¹⁹. Ce froissement évoque un traitement pour obtenir une structure tri-dimensionnelle à partir d'une surface plane. Cette métaphore évoque la possibilité que certaines distances puissent raccourcir tout en conservant l'étendue spatiale : le chiffonnement n'implique pas le type de contraction que l'on provoque dans l'anamorphose. La métaphore du chiffonnement évoque la présence de deux espaces de grande et de petite vitesse et suggère une construction géométrique cohérente avec le principe de la représentation. Elle induit aussi une image plutôt négative, avec un froissement vu comme la dégradation d'une surface plane

⁷¹⁴ Gatrell, *Distance and space*, 113.

⁷¹⁵ Waldo Rudolph Tobler, *Three presentations on geographical analysis and modeling* (NCGIA, 1993), 16, http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech_Reports/93/93-1.PDF.

⁷¹⁶ Ibid.

⁷¹⁷ « The World is Shriveling as it Shrinks » (présenté à ESRI User conference presentation, San Diego, 1999).n

⁷¹⁸ *Theoretical geography*, 271.

⁷¹⁹ Alain L'Hostis, « Multimodalité et intermodalité dans les transports », in *Atlas de France: transport et énergie* (GIP RECLUS/La documentation française, 2000), 99-112.

idéale. On peut ici évoquer la réflexion d'Ollivro pour qui la vitesse fait violence au territoire⁷²⁰. Et on ne peut pas ne pas se figurer qu'une feuille de papier froissée est destinée à finir à la poubelle. On peut cependant élaborer une conception positive en posant que la feuille chiffonnée, étant plus compacte, permet des distances plus courtes que la feuille intacte de départ. La métaphore du chiffonnement fournit une image très évocatrice du mauvais traitement infligé aux espaces interstitiels par les modes de transport rapides, mais n'est pas aussi puissante pour exprimer la contraction globale de l'espace géographique avec l'augmentation des vitesses.

Le vocabulaire du froissement, et du dé-froissement développé pour les cartes en relief est aussi utilisé dans le domaine des anamorphoses. Ainsi Leboeuf et Paix présentent-ils le schéma national des infrastructures de transport comme un outil pour *repasser* la carte en anamorphose de 2011 produite par la SNCF⁷²¹.

Chez les géographes, Brunet, bien qu'omettant de citer les cartes en relief d'espace-temps, dont il connaît pourtant l'existence pour avoir donné son avis sur la publication de l'article sur le sujet dans la revue *Mappemonde*⁷²², appelle-t-il « distances froissées »⁷²³ les cartes en anamorphoses comportant des plis bien gênants qui montrent des couples origines-destinations privilégiées comme les tarifs avantageux consentis sur les trajets de la France continentale vers les DOM-TOM⁷²⁴. Pourtant, ses commentaires de 1987 de la même carte ne mentionnent pas cette idée de froissement, ce qui démontre le fait que la thématique du froissement est intervenue entre les deux dates, c'est-à-dire après qu'il eut pris connaissance des cartes en relief. La métaphore spatiale que les cartes en relief portent se diffuse donc effectivement dans la communauté scientifique.

De son côté Lévy emploie les verbes *gaufre*, *plisser*, *feuilleter* pour décrire les espaces qu'il appelle *multi-métriques* dans le but de rendre compte des phénomènes de pente variable et d'espaces multi-couches⁷²⁵. On retrouve dans ces descriptions les idées de superposition des espaces et de déformations de l'ordre de la pliure, c'est-à-dire des idées voisines de celles portées par les cartes en relief d'espace-temps.

2011

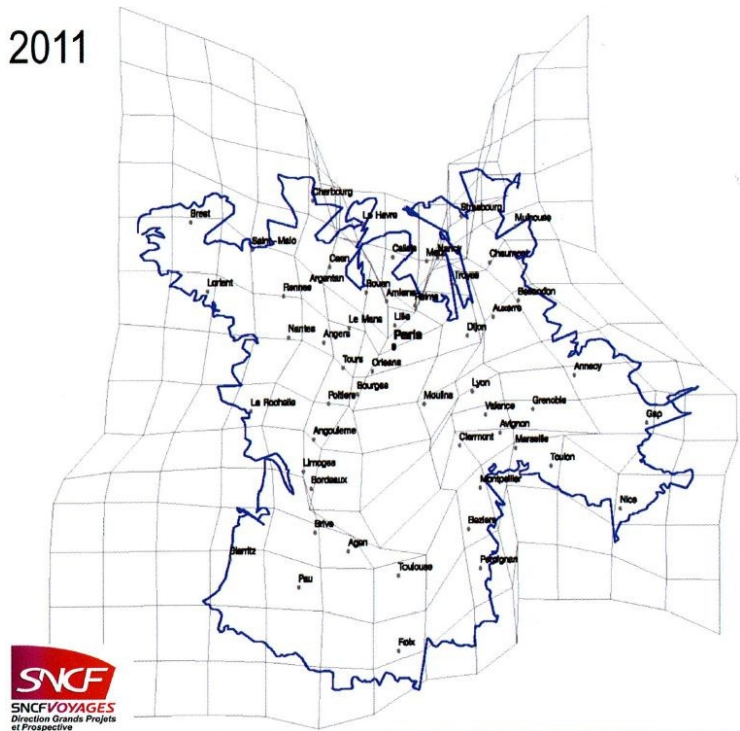


Illustration 69. Carte en anamorphose de l'espace-temps ferroviaire français en 2011 (Leboeuf et Paix 2012)

720 Ollivro, *L'homme à toutes vitesses*, 38.

721 « Analyse économique de la vitesse sur les LGV ».

722 Alain L'Hostis, « Transports et Aménagement du territoire: cartographie par images de synthèse d'une métrique réseau », *Mappemonde*, n° 3 (1996): 37-43.

723 « Les sens de la distance », 17.

724 Roger Brunet, *La Carte mode d'emploi* (Paris: Fayard/RECLUS, 1987), 101.

725 Lévy, « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion », 181.

Modèles théoriques de représentation de l'espace-temps : l'idée du ratatinement

On trouve dans la géographie plusieurs modèles pour comprendre l'espace-temps. Ces modèles impliquent des mouvements de contraction, de dilatation, de convergence, de divergence et finalement de chiffonnement et de ratatinement.

Dans la géographie, la rhétorique de la contraction du monde peut être considérée comme une observation fondamentale, déjà attestée chez les anciens, on l'a vu⁷²⁶. Au 19^e siècle, des cartes classiques de géographes français montrent la contraction du territoire national avec l'amélioration des conditions de transport, tandis que des cartographes allemands représentent l'accélération des déplacements maritimes sous forme d'une réduction des temps de transport entre l'Europe et le reste du monde⁷²⁷. Le modèle de la *contraction de l'espace-temps* développé par Forer⁷²⁸ est une proposition qui ressortit de la même analyse.

Cependant des critiques sur cette idée de contraction ont été émises, en particulier par Kirsch pour qui « l'espace ne rétrécit pas, mais est plutôt en perpétuelle reconfiguration (*recast*) »⁷²⁹. Pour Kirsch, l'évolution de l'espace-temps ne doit pas être vue comme un simple mouvement de contraction ou de rétrécissement. On trouve ce désaccord sur cette idée d'une contraction uniforme dans les développements cartographiques de plusieurs géographes⁷³⁰. Plus récemment Knowles emploie l'expression de « monde rétréci et déformé » pour décrire l'espace-temps actuel où la contraction est tout sauf uniforme⁷³¹. En fait, l'abandon des vols commerciaux supersoniques, la congestion croissante et les préoccupations montantes pour la sécurité dans le système aérien sont à l'origine de mouvements contradictoires de divergence et de convergence de l'espace-temps.

La notion de *convergence de l'espace-temps* a été introduite⁷³² pour montrer que, même sans tenir compte de l'effet tunnel, les grandes vitesses profitent plus aux grandes villes qu'aux petites. Ceci dit, Knowles maintient que l'identification de lieux privilégiés par ces mouvements complexes est une idée qui doit encore et encore être démontrée, pour remettre en cause les conceptions erronées d'une contraction uniforme de l'espace-temps⁷³³.

La littérature sur la mondialisation a adopté comme principe de base l'idée de l'efficacité et de la rapidité de la communication et des déplacements⁷³⁴. C'est le système de transport mondial qui a rendu possible l'actuelle concentration du peuplement dans les métropoles.

Il est pertinent d'associer ces réflexions sur la représentation de l'espace-temps géographique avec des développements récents de la physique théorique : l'astrophysicien Luminet décrit l'univers comme étant *chiffonné*, ayant subi de multiples replis sur lui-même causés par la déformation de

726 Voir le paragraphe « Distance et pourquoi pas... vitesse ? » page 65.

727 Brunet, *La Carte mode d'emploi*; Anne Bretagnolle, « De la théorie à la carte: histoire des représentations géographiques de l'espace-temps », 2005, <http://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00156769/>; Bretagnolle, « Villes et réseaux de transport ».

728 « A Place for plastic space ».

729 « The Incredible shrinking world? Technology and the production of space », *Environment and Planning D: Society and Space* 13, n° 5 (1995): 529-555.

730 Samuel Whittemore Boggs, « Mapping the Changing World: Suggested Developments in Maps. », *Annals of the Association of American Geographers* 31, n° 2 (1941): 119-128, doi:Article; Abler et al., *Human Geography in a Shrinking World*; Peter Haggett, *The Geographer's Art* (Cambridge: Blackwell, 1990).

731 « Transport shaping space ».

732 Détaillée au paragraphe « Erreur : source de la référence non trouvée » page Erreur : source de la référence non trouvée.

733 « Transport shaping space ».

734 Sassen, *The Global City: New York - London - Tokyo*; D. Smith et M. Timberlake, « Hierarchies of dominance among world cities: a network approach », in *Global networks, linked cities* (London: Routledge, 2002), 117-141; P. Taylor, *World city network, a global urban analysis* (Oxon: Routledge, 2004).

l'espace-temps prévu par la théorie de la relativité générale⁷³⁵. Remarquons que la relativité générale repose en grande partie sur l'observation d'une vitesse maximale de déplacement de la lumière. Même si les connections entre des domaines totalement disjoints doivent être menées précautionneusement – l'usage de mots identiques ne suffit pas à valider une comparaison – il est remarquable de noter que les deux systèmes de représentation sont étroitement liés là l'identification d'une vitesse maximum. Notons de plus que la vitesse de la lumière est une des trois constantes fondamentales de la physique. Les astrophysiciens doivent composer avec l'existence d'une vitesse maximale, la vitesse de la lumière à l'échelle de l'univers, tandis que les géographes doivent prendre en compte la vitesse maximale du transport, en l'occurrence celle du mode aérien, pour comprendre l'espace-temps terrestre. Pour comprendre l'espace, les deux approches semblent éprouver le besoin de construire des représentations compliquées qui s'éloignent radicalement de la géométrie euclidienne. La réflexion de Poincaré selon laquelle une géométrie particulière n'est pas plus vraie qu'une autre, elle peut seulement être plus commode⁷³⁶, résonne ici avec force.

Dans un tout autre domaine, les psychanalystes étudient les *espaces chiffonnés*⁷³⁷ en particulier dans le but de comprendre les liens se réalisant dans l'espace-temps des rêves : les associations d'idées créent des liens directs entre des lieux qui peuvent être très distants dans l'espace-temps. L'espace chiffonné des rêves est défini en référence au travail de l'astrophysicien Luminet comme un espace « plié sur lui-même sur plusieurs points »⁷³⁸. Dans le domaine de l'étude de l'esprit humain, l'analogie peut être poussée bien plus loin que dans la question de la forme de l'univers : dans l'espace géographique, les moyens de transport rapides réalisent des connexions directes entre des lieux éloignés – argument qui soutient le développement des cartographies en relief d'espace-temps – tandis que dans l'espace-temps des rêves, l'existence de connexions directes entre lieux-moments constitue une propriété essentielle. Le mouvement de chiffonnement génère de nouvelles connexions, de nouvelles proximités qui rendent compte tant des propriétés de l'espace-temps géographique, que de celles de l'espace-temps des rêves.

Dans l'évolution du discours produit sur les cartographies d'espace-temps, l'étape suivante explore une métaphore d'un autre type, basée sur l'idée du *ratatinement*. Le premier emploi de ce terme associé aux cartographies en relief d'espace-temps revient à Waldo Tobler dans son commentaire de l'image de Mathis-L'Hostis, d'un monde qui « se ratatine en même temps qu'il rétrécit »⁷³⁹. Nous nous déplaçons d'une image de la déformation d'une entité inanimée, d'un artefact, le *chiffonnement d'une feuille de papier*, vers un principe d'évolution naturelle d'un organisme vivant, le *ratatinement d'un fruit*. Du strict point de vue de l'analyse de la forme⁷⁴⁰, le ratatinement exprime l'idée d'une contraction générale d'un corps, accompagnée d'une déformation de son enveloppe : son volume décroît, mais son enveloppe externe conserve la totalité de sa superficie.

La force de la métaphore tient dans le fait de donner un sens d'évolution à ce mouvement. Il s'agit de la combinaison de deux mouvements complémentaires de contraction et de déformation de la surface. C'est la réduction du volume due à une perte de substance qui provoque la déformation de la peau du fruit. En termes géographiques, il devient possible d'expliquer la forme compliquée de la carte par la contraction globale opérée par les grandes vitesses. Le modèle génère des forces de contraction s'exerçant le long des routes aériennes et s'appliquant à l'endroit des nœuds de transport, c'est-à-dire les métropoles. Il devient alors possible de reformuler la phrase de Tobler en écrivant que « les grandes vitesses et la métropolisation provoquent le rétrécissement en même temps que le ratatinement du monde »⁷⁴¹.

735 Jean-Pierre Luminet, *L'Univers chiffonné* (Paris: Fayard, 2001).

736 Poincaré, *La science et l'hypothèse. La valeur de la science. Des fondements de la géométrie*, 75.

737 Yann Diener, « Un Espace chiffonné est-il un espace lacanien? », *Essaim - Revue de Psychanalyse*, n° 21 (2008): 9-15.

738 *L'Univers chiffonné*.

739 Tobler, « The World is Shriveling as it Shrinks ».

740 T. D'Arcy, *Forme et croissance* (Paris: Seuil, 1994).

741 L'Hostis, « The shrivelled USA ».

Un espace social représenté : « j'ai mis une heure pour venir »

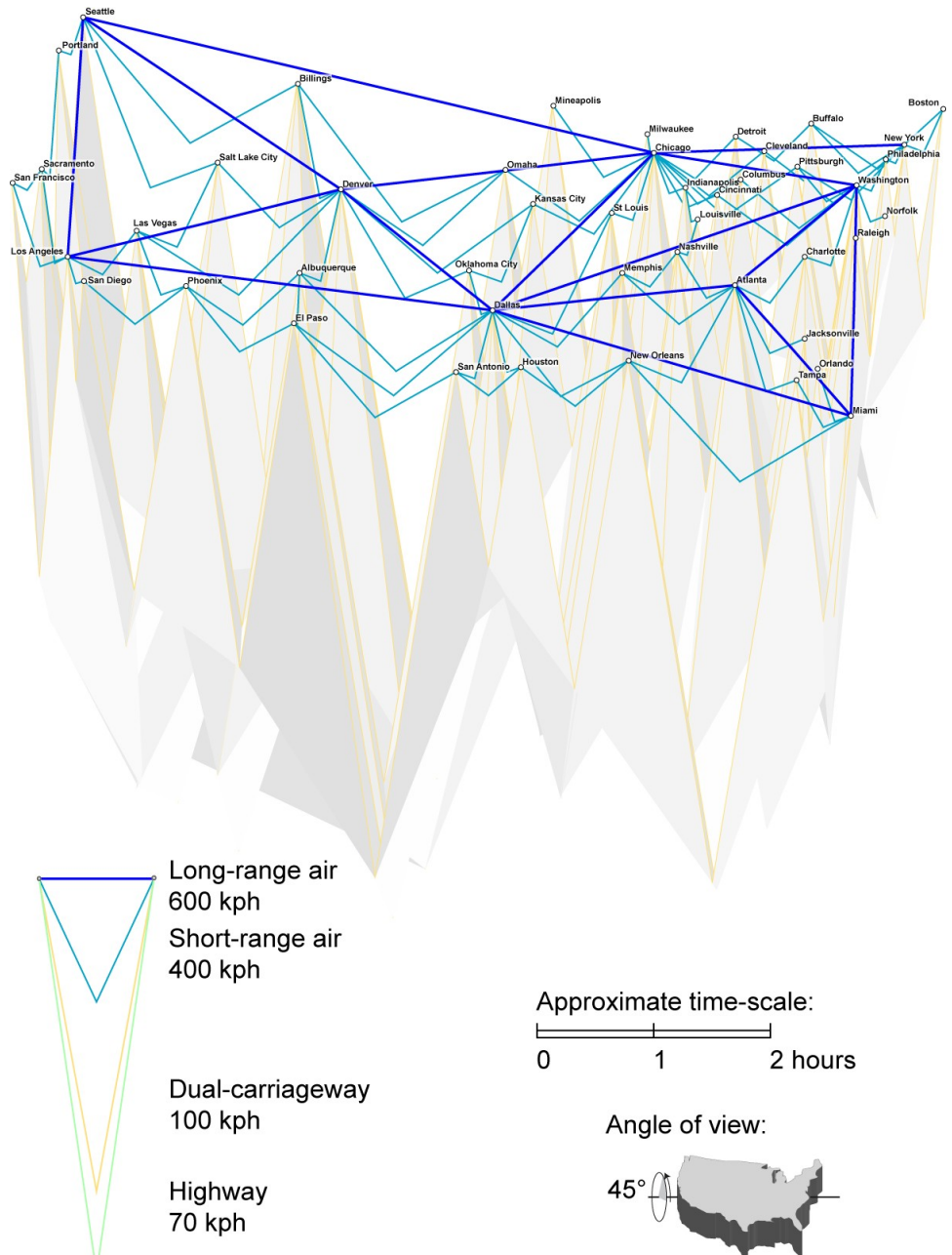
Nous avons étendu en 2009 le modèle de la carte d'espace-temps au mode aérien. La première carte en relief intégrant le mode aérien a été appliquée à l'espace-temps étasunien⁷⁴². Aux USA, la route et l'avion créent un espace-temps compliqué que la carte en relief permet de mieux comprendre.

Nous pouvons proposer une lecture sociale de la carte en relief d'espace-temps.

Transportons-nous dans l'espace-temps français : considérons le terminal T2 de l'aéroport parisien de Roissy-Charles-de-Gaulle.

Plusieurs personnes présentes dans ce terminal à un moment donné peuvent affirmer « j'ai mis une heure pour venir ici » : le voyageur aérien qui est arrivé à la vitesse de 600 km/h, le voyageur du train à grande vitesse à la vitesse moyenne de 250 km/h, mais aussi l'employé de l'aéroport qui est arrivé au travail en voiture en traversant l'agglomération francilienne et sa congestion à la vitesse moyenne de 20 km/h, ou encore celui qui est parvenu à l'aéroport en transport public en provenance des environs à la vitesse de 10 km/h. Chacun a mis une heure pour venir, mais chacun en provenance de lieux différents, chacun à une vitesse différente, chacun selon une expérience kinesthésique différente⁷⁴³.

La première de ces personnes appartient aux réseaux mondialisés ; elle occupe un emploi métropolitain supérieur, dont la concentration est un des plus évidents marqueurs de la métropole⁷⁴⁴



Author: A. L'Hostis Université Paris-Est, LVMT, INRETS 2009
Illustration 70. Le mode aérien et les métropoles contre le reste du territoire, une représentation en relief d'espace temps des USA (L'Hostis 2009)

⁷⁴² Ibid.

⁷⁴³ Hall, *La dimension cachée*.

⁷⁴⁴ Céline Rozenblat et Patricia Cicille, *Les Villes européennes, analyse comparative* (Paris: La Documentation française/DATAR, 2003).

ou bien est un membre de la *classe créative*⁷⁴⁵. Elle évolue dans un espace de relations horizontales⁷⁴⁶, l'espace de la mondialisation. Cet espace-temps occupe le niveau le plus élevé dans la représentation en relief d'espace-temps. Notons que la description de ce réseau fait de liens *horizontaux*, car non hiérarchiques, se traduit pas des liens plats, horizontaux eux aussi, dans la carte en relief d'espace-temps. Les liens hiérarchiques dans la carte en relief relèvent en effet de la pente, l'hinterland des villes/points d'accès aux réseaux rapides connaissant des vitesses plus faibles que le réseau supérieur. On dispose ainsi d'une traduction visuelle et cartographique de l'horizontalité des liens.

La seconde catégorie de personnes appartient à un espace urbain multi-polarisé rendu possible par le « réseau des TGV » qui relie les villes françaises dans lequel vivent les « voisins d'une des rares villes mondiales »⁷⁴⁷. Cette conception de l'espace que construit le TGV est un sujet d'intérêt pour les pays qui souhaitent se doter d'un système équivalent⁷⁴⁸.

La troisième catégorie appartient aux réseaux locaux, aux réseaux lents. Ses habitants vivent à l'intérieur des abysses d'espace-temps situées autour des nœuds des réseaux à grande vitesse. Populations vivant dans la lenteur, sinon dans l'immobilité, pour permettre à quelques-uns de pratiquer les grandes vitesses⁷⁴⁹. Les membres de cette troisième catégorie peuvent croiser des membres des précédents groupes, mais ils ont généralement moins accès aux grandes vitesses que ceux-ci. Leur espace-temps possède une pente raide. Leur espace-temps est presque orthogonal à celui des catégories précédentes. En suivant l'analyse de Lefebvre, la mobilité est une expression des relations de pouvoir dans la société⁷⁵⁰. Une des traductions actuelles de cette idée consiste dans la croissance du nombre de personnes engagées dans une immobilité contrainte, employées à garantir la croissance de la mobilité physique et virtuelle des autres⁷⁵¹. La carte en relief d'espace-temps propose une représentation graphique de la confrontation de ces espaces caractérisés par des vitesses profondément différentes. Elle propose une image de la thèse de la *governmobility*, c'est-à-dire le contrôle des sociétés par la mobilité⁷⁵².

Le relief d'espace-temps rend compte de distances-temps différentes qui coexistent, de la propagation du mouvement à des vitesses différentes, empruntant des modes de transport différents. Construire une représentation de l'espace-temps contemporain signifie construire une synthèse de ces différents espaces socialement marqués, de ces différents espaces-temps. Telle est une des analyses possibles de la cartographie en relief d'espace-temps.

Une trajectoire de recherche sur les distances de l'espace ratatiné

Ma trajectoire de recherche sur ce sujet de la cartographie en relief d'espace-temps est organisée selon deux orientations principales. L'essentiel de l'effort est consacré à l'exploration des possibilités du modèle, des espaces géographiques d'application, des modes de transport couverts et des différentes modalités de représentation. L'autre partie du travail, de nature épistémologique, consiste à analyser la nature de ces représentations, à caractériser leurs propriétés, à les situer dans le courant des travaux sur ces questions, et à établir des connexions avec des problématiques dans d'autres domaines.

745 Richard Florida, « Cities and the Creative Class », *City and Community* 2, n° 1 (2003): 3-19, doi:10.1111/1540-6040.00034.

746 Veltz, *Mondialisation villes et territoires*.

747 Jean Viard, *Éloge de la mobilité - Essai sur le capital temps libre et la valeur travail* (L'Aube, 2006).

748 Jon Gertner, « Getting Up to Speed », *The New York Times*, 14 juin 2009, sect. Magazine, <http://www.nytimes.com/2009/06/14/magazine/14Train-t.html>.

749 Tim Cresswell, « The production of mobilities », *New Formations*, n° 43 (2001): 11-25; Graham et Marvin, *Splintering Urbanism, networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*.

750 *La Production de l'espace*.

751 Cresswell, « The production of mobilities ».

752 Jorgen Ole Baerenholdt, « Governmobility: The powers of mobility », *Mobilities* 8, n° 1 (2013): 20-34.

L'idée de la représentation en relief vient d'une intuition : celle de Philippe Mathis, en 1992, professeur à l'université de Tours, au Centre d'Études Supérieures d'Aménagement. Cela fait deux ans que la ligne ferroviaire à grande vitesse de Paris à Tours a ouvert, et l'espace-temps de l'ouest français vient de subir un ensemble de profondes transformations. Au même moment, en 1992, est émis un schéma directeur national maximaliste qui couvre l'hexagone de projets de lignes à grande vitesse ferroviaire. Comment rendre compte de cette nouvelle réalité de l'espace-temps ?

« L'idée de base était bien de représenter du fait des différentiels de vitesses liés entre autre au TGV les rapports des temps entre deux points en les matérialisant par des distances, des figurés géométriques, deux segments de droites successifs, proportionnels au temps le plus rapide représenté par la ligne droite entre l'origine et la destination. En fait un graphe non-planaire entre des points appartenant au plan géographique ». Philippe Mathis, message électronique en 2013.

Question ancienne, maintes fois posée, devant l'irruption de ces ruptures dues à l'introduction de nouveaux modes de transport plus rapides. Confronté à cette question Philippe Mathis a cette intuition que la troisième dimension peut rendre compte des distances-temps non affectées par la grande vitesse. Dessinateur dont les caricatures sont célèbres dans la communauté universitaire, sculpteur, il possède et maîtrise cette faculté de penser, de représenter, de dessiner, de modeler les trois dimensions de l'espace.

À ce moment Philippe Mathis fait appel à moi, dans la période où je termine une maîtrise de physique appliquée à l'université de Tours, pour concrétiser cette image. Mon premier travail, une fois passée la phase d'intense perplexité dans laquelle me plongent les mots de Philippe Mathis, va consister à écrire un outil informatique capable de produire cette représentation cartographique. Ce programme informatique constitue la base de l'actuel logiciel MapNod. La première représentation produite dont on ait gardé la trace prend la forme, en 1992, d'une photographie d'écran d'ordinateur, les imprimantes en couleurs n'étant pas répandues à cette époque.

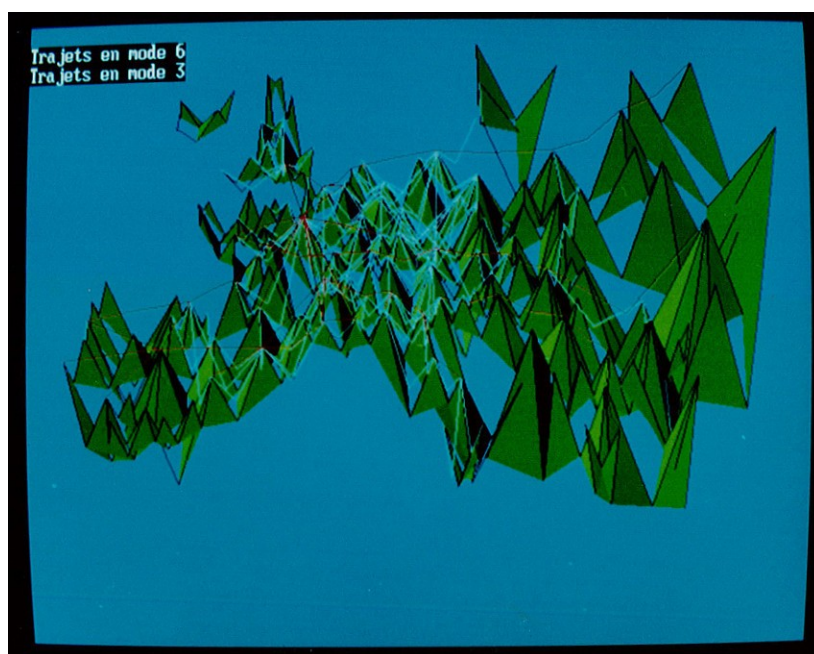


Illustration 71. La première représentation en relief d'espace temps en 1992, photographie d'écran d'ordinateur (L'Hostis 2014)

Remarquons sur cette première image que le modèle est en cours d'élaboration. Les arcs sont dessinés correctement, mais la surface en relief n'est pas complète : les fonds triangulaires des faces duales du graphe ne sont pas colorées en vert, mais conservent la couleur de fond du bleu des mers et de l'océan.

Les premières discussions sur le modèle prirent comme référence le relief terrestre. Les expressions de *pic d'espace-temps* ou de *vallée d'espace-temps*, comme dans l'idée des *vallées d'espace-temps du TGV Atlantique*⁷⁵³, visaient à traduire les positions relatives de portions de l'espace à l'intérieur de la représentation. Face à la déformation de l'espace-temps due à l'introduction du TGV sur le territoire français⁷⁵⁴, le développement d'axes tangentiels peut être vu comme une opération de remplissage des *vallées d'espace-temps* creusées par le différentiel des vitesses de transport,

⁷⁵³ Philippe Mathis, « La Stratégie des réseaux de transport dans le grand Ouest », in *L'Entreprise Atlantique*, Mondes en cours, Cités et territoires, I.A.A.T. (Paris: Editions de l'Aube, 1996), 97-111.

⁷⁵⁴ Mathis, Polombo, et L'Hostis, « Les Grandes vitesses ».

combiné à la forme en étoiles du réseau. Ces contributions initiales ont mis l'accent sur l'analogie avec le relief terrestre.

La seconde étape de la discussion sur la forme des représentations a consisté à introduire, au-delà de la métaphore du relief terrestre, l'idée du chiffonnement. Il s'agissait alors de mieux faire comprendre le principe de construction, par une image pédagogique, avec l'idée d'une feuille chiffonnée. Le chiffonnement permet aussi de mieux comprendre et de mieux saisir la nature du modèle.

Dans la thèse j'ai pu tester des variations du modèle de la carte comme le fait de dessiner le relief au-dessus du plan des villes. J'ai aussi exploré le relief d'espace-temps intra-urbain avec comme vitesse de référence celle des transports urbains.

Le travail d'exploration du modèle est guidé par deux objectifs qui sont l'application à de nouvelles problématiques et l'amélioration de la représentation. Une des limites de la cartographie en relief d'espace-temps est la difficulté pour le lecteur à comprendre la carte. Nous avons montré que la technique de la cartographie animée peut apporter une aide pour la compréhension de cet espace compliqué⁷⁵⁵. La cartographie animée peut aussi servir à rendre intelligible la version du modèle où on place le relief au-dessus du plan des villes.

Pensé initialement pour représenter l'espace-temps terrestre de la grande vitesse ferroviaire et des autres modes terrestres des distances inter-urbaines, le modèle était capable de représenter un différentiel de l'ordre d'un rapport 3 entre le TGV à 220 km/h et l'automobile à 70 km/h sur route à 2 x 1 voie. Un des enjeux du développement des représentations était de savoir si le système était en mesure de représenter des vitesses plus élevées, l'aérien, et plus faibles comme la marche à pied et les transports urbains. La représentation conjointe de l'aérien et des modes terrestres moins rapides à l'échelle continentale sur une carte de relief d'espace-temps a été établie⁷⁵⁶.

En 2010, une variation de l'angle de vue, presque toujours fixé à 30° sur les représentations antérieures⁷⁵⁷, a été testée⁷⁵⁸. La carte des États-Unis reproduite précédemment⁷⁵⁹ est une illustration de représentation selon un angle différent. Comme le différentiel entre les vitesses atteint un rapport de 6, l'angle proposé de 45° permet de mettre l'accent sur la dichotomie entre l'espace des grandes vitesses et l'espace banal. Visuellement, l'espace des grandes vitesses tend à se détacher de l'étendue géographique représentée par la route. Le message de la carte renvoie plutôt alors à la rhétorique de l'opposition entre les espaces métropolisés et le reste de l'espace.

Des modèles inspirés des cartes en relief d'espace-temps

Les cartes en relief d'espace-temps ont reçu un accueil contrasté. Entre l'enthousiasme d'un Waldo Tobler et la réception positive de la communauté de la cartographie théorique, à l'exemple de Colette Cauvin, et le scepticisme d'un Pierre Merlin, exprimé lors de la soutenance de la thèse, ou celui de Roger Brunet. Les réactions positives notent l'avancée conceptuelle et la réalisation cartographique, tandis que les réticences, si l'on dépasse la réaction consistant à les attribuer à l'hostilité suscitée par toute nouveauté, soulignent la difficulté à lire la représentation, ou l'ambiguïté d'un relief restitué sur une feuille de papier ou un écran tous les deux plats. Le modèle est cité dans la littérature

755 Alain L'Hostis, « De l'espace contracté à l'espace chiffonné. Apports de l'animation à la cartographie en relief des distances-temps modifiées par les réseaux de transport rapides », *Revue Internationale de Géomatique* 13, n° 1 (2003).

756 L'Hostis, « The shrivelled USA ».

757 Mathis, Polombo, et L'Hostis, « Les Grandes vitesses »; L'Hostis, « Transports et Aménagement du territoire: cartographie par images de synthèse d'une métrique réseau »; Mathis, « La Stratégie des réseaux de transport dans le grand Ouest ».

758 Alain L'Hostis, « Theoretical models of time-space: the role of transport networks in the shrinking and shrivelling of geographical space », 2010.

759 Voir page 139.

géographique et aménagiste pour sa caractérisation de l'espace-temps contemporain⁷⁶⁰. Les cartes en relief ne sont pas encore entrées dans le corpus classique de la géographie car si elles figurent dans des manuels universitaires⁷⁶¹, elles n'ont pas encore été reproduites par une autre équipe ailleurs. Aujourd'hui elles inspirent d'autres chercheurs proposant de nouvelles méthodes de représentation, et nous recensons ici les travaux dont nous avons connaissance.

Hyman et Mayhew proposent en 2004 une surface tridimensionnelle pour représenter les distances-temps dans une agglomération qui subit la congestion au centre et qui connaît des conditions faciles pour les déplacements périphériques le long de rocade⁷⁶². Leur proposition prend la forme d'un cône renversé ou bien d'une portion d'hémisphère présentant sa partie creuse. Leur proposition n'est pas sans rappeler la sphère proposée par Marchand⁷⁶³.

Un trajet optimal de périphérie à périphérie passera par la rocade située sur le pourtour de l'hémisphère plutôt que de traverser en ligne droite en passant par le centre. Dans leur article présentant cette innovation conceptuelle Hyman et Mayhew font implicitement référence⁷⁶⁴ aux cartes en relief de l'école de Tours en citant la communication de Tobler⁷⁶⁵. La représentation proposée par Hyman et Mayhew reprend l'utilisation de la pente pour figurer le différentiel de vitesse dans l'espace urbain. Notons que conceptuellement, parce qu'elle attache l'espace au tracé de l'infrastructure rapide du périphérique du Greater London, elle ressemble à la variante du modèle des cartes en relief où l'on attache la surface de transport au mode rapide. Or la représentation figurant dans la communication de Tobler ressortit de l'autre type de carte en relief d'espace-temps où les réseaux rapides sont détachés de la surface banale.

Les travaux récents sur les anamorphoses de lien citent les cartes en relief d'espace-temps comme une des pistes possibles pour traiter la question du rétrécissement de l'espace-temps terrestre : c'est le cas d'un travail de chercheurs chinois proposant une cartographie plastique des distances-temps du train à grande vitesse dans les espaces métropolitains de Pékin et Shanghai⁷⁶⁶.

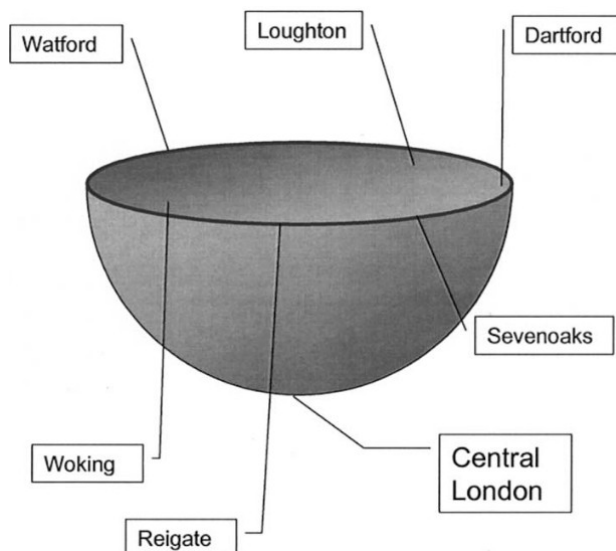


Illustration 72. L'espace-temps routier londonien représenté par une portion d'hémisphère en trois dimensions (Hyman et Mayhew 2004)

760 Catherine Dibble, « Computational laboratories for spatial agent-based models », *Handbook of computational economics* 2 (2006): 1511-48; Aurélie Arnaud et Paule-Annick Davoine, « Approche cartographique et géovisualisation pour la représentation de l'incertitude », in *Actes de Colloque : SAGEO*, 2009, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00667166>; Pumain, « Essai sur la distance et l'espace géographique »; Ludovic Halbert, Patricia Cicille, et Céline Rozenblat, *Quelles métropoles en Europe? Des villes en réseau*, Travaux (DATAR, 2013), <http://www.datar.gouv.fr/travaux-n-16-quelles-metropoles-en-europe-des-villes-en-reseau-de-ludovic-halbert-patricia-cicille-e>; Mick Abbott, « Visualising a Temporal Cartography of Travel », in *Geospatial Visualisation*, éd. par Antoni Moore et Igor Drecki, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography (Springer Berlin Heidelberg, 2013), 3-17, http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-12289-7_1.

761 Anne Volvey et al., *Échelles et temporalités*, Atlante (Neuilly, 2005), <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00426897/>.

762 « Advances in travel geometry and urban modelling ».

763 Marchand, « Deformation of a transportation surface ».

764 « Advances in travel geometry and urban modelling », 192.

765 « The World is Shriveling as it Shrinks ».

766 Jun Lu et al., « The simulation of spatial distribution patterns of China's HSR economic zones based on the 2D time-space map », *Acta Geographica Sinica* 68, n° 2 (2013), <http://www.geog.com.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=4323>.

On constate avec ces deux travaux que les recherches actuelles sur la représentation de l'espace-temps ont bien intégré l'existence et les potentialités des cartes en relief et que celles-ci inspirent la créativité de l'activité scientifique du domaine.

Perspectives

Les principes que j'ai exposés dans la partie portant sur ma trajectoire de recherche, à savoir l'exploration du modèle et l'analyse de la nature de la représentation, dessinent des perspectives de recherches futures.

L'étape future du développement des espaces d'application des cartes en relief d'espace-temps, telle qu'elle a été annoncée dans mon article dans le *Journal of Transport Geography*⁷⁶⁷, est l'application à la représentation du globe terrestre. On peut s'attendre à voir apparaître un monde fait de piquants, faisant écho à une métaphore déjà apparue dans la littérature⁷⁶⁸.

Le modèle pourrait aussi être hybridé. Il est possible d'envisager une représentation de l'espace-temps qui comporte par endroit des portions ratatinées, là où les modes rapides opèrent, et des parties où l'on appliquerait les règles des anamorphoses. Il s'agit à certains endroits d'utiliser l'anamorphose quand elle ne trahit pas les distances-temps, qu'il n'y a pas de rupture topologique due à l'inversion spatiale, et ailleurs d'utiliser le relief d'espace-temps dans les espaces connaissant ces déformations dues à la grande vitesse. C'est par exemple le cas dans l'espace-temps terrestre de l'ouest français : les lignes ferroviaires à grande vitesse froissent et ratatinent l'espace-temps, mais quand elles se prolongent par des lignes classiques, comme après Le Mans actuellement, un modèle en anamorphose, déformant peu les contours cartographiques, serait plus adapté. Cette piste demandera de trouver les critères pour choisir d'utiliser l'un ou l'autre des modes de représentation, et devra trouver le moyen de traiter les zones de transition entre les deux modèles.

Le travail sur représentation de l'espace-temps alimente en profondeur la réflexion sur la distance. Contraction, froissement et ratatinement sont autant de déformations mettant en adéquation les distances des transports avec la représentation de l'espace.

Encart 10

Les cartes en relief d'espace-temps, comme l'anamorphose du Japon proposée par Shimizu⁷⁶⁹, induisent l'idée d'un *rétrécissement* du monde dû à l'amélioration des performances des systèmes de transport. Or une autre lecture, suggérée par Philippe Mathis, peut en être faite. En effet en effectuant une analyse remontant le temps on peut lire l'agrandissement de l'espace disponible, à explorer, à parcourir pour les hommes des périodes précédentes. Exprimer l'espace-temps perçu d'aujourd'hui, permet de se figurer l'espace-temps du passé. Cette analyse étend celle issue de la métaphore du mûrissement et propose des pistes pour une exploration du sens que l'on peut attribuer à ce modèle cartographique de l'espace-temps. Il y a encore sans doute bien d'autres analyses et lectures possible du modèle ; celles-ci restent à énoncer.

Le travail a consisté à construire une représentation à partir d'éléments objectifs et mesurables. Le résultat est une représentation visuelle qui peut être lue. Une question se pose alors : la carte en relief d'espace-temps ressemble-t-elle à la représentation mentale que se construisent les individus à partir des cartographies conventionnelles, à partir de leur connaissance des réalités du transport et de leur propre expérience ? Ce questionnement difficile pourrait orienter un ensemble de travaux théoriques sur les représentations des individus d'une part et sur la lisibilité de la représentation d'autre part. Certaines démarches récentes visent à considérer la carte non comme obéissant à des règles édictées de la sémiologie graphique⁷⁷⁰, mais plutôt sous un angle ergonomique, comme un objet

767 L'Hostis, « The shrivelled USA ».

768 Florida, « The world is spiky Globalization has changed the economic playing field, but hasn't leveled it »; Feiock, Jae Moon, et Park, « Is the World "Flat" or "Spiky"? ».

769 Voir page Erreur : source de la référence non trouvée.

770 Jacques Bertin, *Sémiologie graphique* (Paris: Mouton Gauthier-Villars, 1973).

appréhendé par un lecteur⁷⁷¹. Le but devient alors simplement de comprendre comment le lecteur s'approprie l'image qu'il a devant les yeux. De l'étude de cette interaction entre un lecteur et une image pourraient émerger des indications précieuses sur les représentations mentales de l'espace-temps.

⁷⁷¹ Kamal Serrhini, « Sémiologie graphique expérimentale », 2007, <http://www.emse.fr/site/SAGEO2007/CDROM/p54.pdf>.

Les distances entre les villes : de l'accessibilité au potentiel de contact pour relier fonctionnement métropolitain et réseaux de transport

L'accessibilité, analysée sous le prisme du potentiel de contact représente un élément clé du fonctionnement économique urbain. Les indicateurs développés dans cette contribution, issus des développements de la *time-geography*, mesurent la possibilité de contacter des métropoles distantes grâce aux modes de transport rapides. Le principal indicateur développé, le potentiel de contact, ou les allers-retours dans la journée entre métropoles, permet d'alimenter la discussion sur le rôle possible des villes dans les réseaux urbains (accéder et s'ouvrir, accueillir, émettre) et le débat sur les réseaux des « grandes vitesses » : quel peut être le rôle du mode ferroviaire dans les relations entre métropoles européennes ?

La ville et les transports interurbains : une association cruciale

Nous avons déjà abordé la relation entre ville et transport⁷⁷². Nous voulons ici approfondir plus particulièrement la question des transports interurbains.

L'association des villes et des dispositifs de transport à longue distance est profondément ancrée. Comme le note Lévy « les innovations qui ont lieu dans le domaine des transports, comme le train ou l'aviation, ou de la coprésence, comme l'usine ou la mégapole, apparaissent à peu près à la même période »⁷⁷³. Pour Sander, « la reconnaissance des espaces de la mobilité comme lieux urbains est finalement portée tout autant par la décentralisation et la concurrence entre villes à l'échelles nationale ou européenne que par les évolutions des doctrines architecturales et urbaines »⁷⁷⁴. Ainsi le projet emblématique de l'architecte-urbaniste Rem Koolhaas, Euralille, vise à inscrire dans la ville un lieu à la fois territorial et réticulaire⁷⁷⁵.

De manière analogue, l'association des modes de transport rapides et de la mondialisation est forte⁷⁷⁶ ; en atteste la croissance des déplacements internationaux⁷⁷⁷.

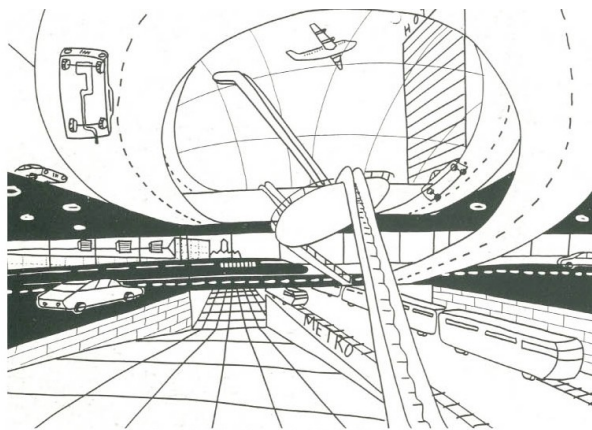


Illustration 73. Le schéma de Rem Koolhaas pour Euralille, un espace de flux (Philippe Menerault et al. 2006)

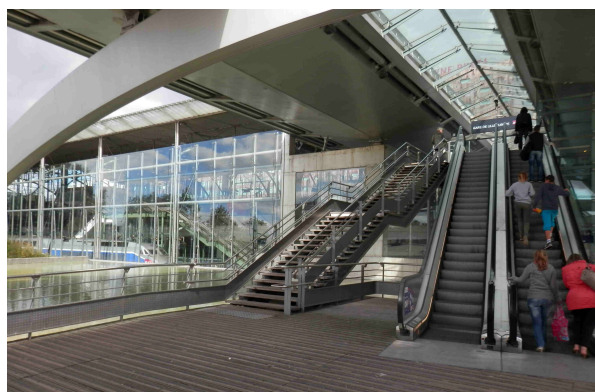


Illustration 74. La gare TGV de Lille-Europe, élément central du quartier Euralille (Photo L'Hostis 2013)

772 Voir au paragraphe intitulé « Des transports » page 15.

773 *L'invention du monde*, 204.

774 « Faire la ville avec les noeuds de réseaux? », in *Mobilité et écologie urbaine*, éd. par Alain Bourdin, 2007, 96, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00521047/>.

775 Philippe Menerault et al., *Multipolarités urbaines et nouvelles organisations intermodales* (Villeneuve d'Ascq: Inrets, 2006), <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00289370>.

776 Gottmann, *Urban centrality and the interweaving of quaternary activities*, 329.

777 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 140.

Sur le versant de la mobilité, on considère que le nombre de voyageurs internationaux qui était de moins de 500 millions en 1990 a, en 2012, dépassé le seuil symbolique du chiffre de un milliard de voyageurs⁷⁷⁸. Les voyages à longue portée constituent donc une composante majeure du système des mobilités contemporaines.

La mobilité à longue distance se décompose en deux grandes catégories qui sont le tourisme et les voyages d'affaire, même si les frontières entre ces deux catégories sont de plus en plus floues. Or si les déplacements à motif de loisir sont étudiés dans les travaux portant sur le tourisme⁷⁷⁹, les déplacements pour affaires sont beaucoup moins bien couverts : quelques rares travaux récents ont visé à combler cette lacune⁷⁸⁰. Concernant la mobilité internationale, on estime le ratio entre voyageurs d'affaire et touristes à un pour trois, et on considère que ces deux segments connaissent une croissance parallèle en nombre de voyageurs⁷⁸¹. Ces deux types de mobilité partagent une grande partie des infrastructures notamment urbaines : restaurants, hôtels⁷⁸².

La mobilité internationale à destination des villes connaît elle aussi une forte mixité des motifs affaires et tourisme⁷⁸³. Kellerman associe directement mobilité aérienne et mobilité internationale⁷⁸⁴. Les statistiques à l'échelle urbaine sont rares, mais les quelques indications dont on dispose tendent à montrer que les grandes villes identifiées comme destinations d'affaires, à savoir en Europe, Londres, Paris, Francfort et Genève sont aussi, pour trois sur les quatre, des lieux qui attirent les touristes⁷⁸⁵.

La sociologie de la mobilité nous fournit des éléments d'explication de ces grands phénomènes urbains de la mondialisation. Au-delà d'une critique de l'hyper-mobilité sous l'angle de son empreinte environnementale, Urry propose de chercher à la comprendre, à l'expliquer en postulant l'existence d'un sens pour la vie sociale d'une « coprésence corporelle intermittente »⁷⁸⁶. Pour Urry les échanges de la mondialisation, y compris financiers, sont rendus possibles par des face à face nombreux : « la vie sociale semble souvent dépendre de *mondes sociaux resserrés* formés par de riches et intenses relations de coprésence, dans lesquels la confiance est un accomplissement de tous les instants et qui rend possible les relations désincarnées qui enserrent le globe »⁷⁸⁷. Pour Urry, ces mondes sociaux sont aussi ceux des diasporas, ce qui renvoie à la constitution du capital social, et aux problématiques de l'inclusion et de l'exclusion tant sociale qu'économique. Pour le sociologue les questions posées sont alors de savoir comment et pourquoi de tels réseaux émergent ? Quel niveau d'obligation régit ces rencontres ? Quelles relations de pouvoir opèrent pour le choix des lieux de réunion et de rencontre ? Comment la confiance est-elle générée et entretenue ? Quelle proportion de la coprésence n'est due qu'à la seule disponibilité des moyens de transport ?⁷⁸⁸. Urry ordonne la mobilité en trois catégories de motifs : le face à face, la visite d'un lieu et la participation à un événement (*face-to-face*, *face-the-place*, *face-the-event*)⁷⁸⁹. Les trois motifs peuvent se combiner et ils s'appliquent à la mobilité à longue distance tout autant qu'à la mobilité à courte distance⁷⁹⁰.

Pour le gestionnaire urbain ces interrogations se prolongent par deux questionnements symétriques : ma ville possède-t-elle des lieux reliés à des infrastructures et des services de transport et de communication permettant d'accueillir une coprésence avec des acteurs résidant loin ou très loin ? Dans quelles conditions les habitants de ma ville peuvent-ils participer à des rencontres lointaines ?

778 Site web <http://www.unwto.org/> consulté le 10 janvier 2013.

779 Nacima Baron-Yellès, *Le tourisme en France: Territoires et stratégies* (Armand Colin, 1999).

780 Beaverstock et al., *International Business Travel in the Global Economy*, Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*.

781 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 138.

782 Ibid., 133.

783 Ibid., 141.

784 Ibid., 138.

785 Ibid., 141.

786 « Mobility and proximity », 2.

787 Ibid., 5.

788 Ibid.

789 « Mobility and proximity ».

790 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 30.

Métropolisation et mobilité

La métropolisation, définie comme l'émergence d'ensembles urbains majeurs capables de communiquer entre homologues à des échelles nationales, continentales et mondiale accompagne la forme la plus récente de la mondialisation⁷⁹¹. La mondialisation, considérée conjointement à la métropolisation qui en constitue la contrepartie urbaine, est rendue possible par le développement de transports efficaces à longue et courte portée. Dans cette dynamique, les fonctions de communication et d'échanges, sur de longues distances revêtent une importance majeure. C'est pourquoi les transports sont directement impliqués dans la notion même de métropole. La littérature économique récente met en avant la notion de proximité⁷⁹² pour comprendre la dimension spatiale renouvelée des relations économiques. La proximité permet d'expliquer la possibilité de relations sociales et économiques entre les individus.

Plus généralement, les analyses du développement régional mettent très fréquemment en avant les transports et les communications comme des éléments déterminants, même si la relation de causalité entre le développement des infrastructures et le développement économique est critiquée⁷⁹³.

Si l'on retient la définition des métropoles comme objets urbains qui communiquent à l'échelle mondiale, l'aérien constitue le mode majeur pour le déplacement des individus⁷⁹⁴. Et de fait l'équipement en aéroport, le nombre de vols, ou les destinations atteignables constituent très souvent des indicateurs de la position des villes dans la compétition mondiale⁷⁹⁵.

L'école de Lund en Suède, autour d'Hägerstrand⁷⁹⁶ initiateur de la *time-geography*⁷⁹⁷, a représenté un profond renouvellement de la géographie économique, proposant des explications et des modèles pour le développement spatial et la diffusion des innovations. Ces travaux ont notamment abordé entre autres la question des relations entre pôles à l'intérieur d'un espace régional⁷⁹⁸. Inscrits dans cette filiation, les travaux d'Erlandsson abordent explicitement, malgré le développement des communications à distance, la nécessité de relations de face à face entre les acteurs du développement économique⁷⁹⁹. Notons que le maintien de ce type d'interactions reste un enjeu majeur situé au cœur des analyses actuelles des systèmes productifs⁸⁰⁰. Ce cadre d'analyse reste aujourd'hui largement pertinent pour analyser le développement urbain et économique des territoires.

Aujourd'hui la métropolisation est abordée par des cadres d'analyse liés à des groupes ou classes sociales particulières. Beaverstock, Derruder, Faulconbridge et Witlox ont identifié le groupe des *manipulateurs de symboles*, qui peuvent créer, modifier et transmettre les symboles⁸⁰¹. Autre cadre d'analyse de la métropolisation, la *ville créative* de Florida apparaît difficilement contournable. Une grande part des débats autour de la ville créative, qui imprègne de plus en plus les milieux décisionnels urbains en France⁸⁰², est liée à la définition de la classe créative. Celle-ci agrège en fait

791 Veltz, *Mondialisation villes et territoires*.

792 Approche exposée dans les parties intitulées « La distance en économie » page 78, et « Distance et pourquoi pas... proximité ? » page 69.

793 Plassard, *Les Autoroutes et le développement régional*; Offner, « Les Effets structurants du transport: mythe politique, mystification scientifique ».

794 Sassen, *The Global City: New York - London - Tokyo*; Haggett, *Geography, a global synthesis*.

795 T. Grubestic et M. Zook, « A ticket to ride: Evolving landscapes of air travel accessibility in the United States », *Journal of Transport Geography* 15, n° 6 (2007): 417.

796 Hägerstrand, « What about people in regional science? ».

797 Chardonnel, « La Time-geography: les individus dans le temps et l'espace ».

798 Gunnar Törnqvist, *Contact requirements and travel facilities: contact models of Sweden and regional development alternatives in the future*, 1973.

799 Ulf Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities », in *Spatial inequalities and regional development*, 1979, 93-116.

800 Torre, « Retour sur la notion de Proximité Géographique ».

801 *International Business Travel in the Global Economy*.

802 Janine Ruf et Maryline Roussette, *Tolérance, Technologie, Talent, Outil de développement urbain ou concept de marketing en Allemagne ?*, Les notes de l'ADEUS (Strasbourg: ADEUS, 2010).

deux catégories assez différentes, que Vivant distingue entre d'une part les créatifs, de la publicité, des banques et des services avancés et d'autre part les créateurs des professions culturelles et intellectuelles, les artistes⁸⁰³. Autour des enjeux complexes de la gentrification, ces thèses focalisent les critiques, notamment sociales, et mettent très peu en relief les dimensions de la mobilité à longue distance. Pourtant la ville créative a besoin de déplacements et d'échanges lointains. La ville créative suppose une forte mobilité interurbaine

Tout comme pour la thèse du monde plat de Friedman, il me semble que de traiter de haut la ville créative de Florida serait une erreur. Sa proposition imprègne et cristallise les débats qu'ils soient théoriques ou pratiques. Elle mérite donc d'être discutée ici.

Pour Vivant⁸⁰⁴ la théorie de Florida s'inscrit dans le prolongement des courants de l'économie territoriale dans les années 1990, et en particulier les travaux de Sassen sur les métropoles⁸⁰⁵. Auparavant, Gottmann avait déjà identifié le phénomène d'une ré-agglomération en lien avec le développement des activités supérieures, appelées à l'époque *activités quaternaires*⁸⁰⁶. Vivant met en avant la notion de coprésence, permettant le face à face comme interaction privilégiée des activités créatives⁸⁰⁷. C'est ici la métropole comme lieu de coprésence qui est mise en avant et qui justifie les politiques sur la territorialisation des activités de pointe.

Simmel avait déjà noté que la vie dans les métropoles procède d'une multiplication des stimuli, d'une intensification des stimulations nerveuses⁸⁰⁸. Par contraste avec la vie rurale ou la vie dans les petites villes, la ville moderne procure une expérience différente modifiant jusqu'aux fondements sensoriels de la vie psychique⁸⁰⁹.

Le fonctionnement actuel des firmes suppose que les cadres passent jusqu'aux trois quarts de leur temps de travail en réunions, appels téléphoniques et discussions, ce qui correspond à la moitié de leur temps à être engagé dans des interactions de coprésence⁸¹⁰. Les entreprises des industries de la connaissance recherchent les avantages de l'appartenance à un milieu riche d'interactions, de la connexion à des canaux puissants les liant à des ressources et à des acteurs multi-localisés⁸¹¹. On le voit l'association entre métropolisation et mobilité fait intervenir des éléments clés du développement économique actuel.

Nous allons maintenant examiner les modes de transport permettant ces liens entre les espaces urbains.

Les modes de transport de la métropolisation

Les modes de transport des relations inter-cités possèdent des propriétés spécifiques : ils opèrent sur les grandes distances, et doivent donc être rapides. Maîtriser le mode aérien est un enjeu essentiel pour les métropoles et les métropolitains. Comme le dit Laurent Garnier, créateur renommé dans le domaine de la musique électronique « je me suis installé dans le Lubéron avec mon épouse, anglaise et traductrice. La seule condition que j'ai posée était d'avoir un aéroport à moins d'une heure

803 *Qu'est-ce que la ville créative?*, éd. par Jacques Donzelot, La ville en débat (Paris: PUF, 2009), <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00456178>.

804 Ibid.

805 *The Global City: New York - London - Tokyo*.

806 *Urban centrality and the interweaving of quaternary activities*.

807 Vivant, *Qu'est-ce que la ville créative?*, 61.

808 Simmel, « The metropolis and mental life ».

809 Simmel, *Simmel on Culture*, 175.

810 Boden et Molotch, « The Compulsion of proximity », 272.

811 Harald Bathelt, Anders Malmberg, et Peter Maskell, « Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation », *Progress in Human Geography* 28, n° 1 (2004): 31 -56, doi:10.1191/0309132504ph469oa.

de chez moi »⁸¹². Figure typique des créatifs de Florida, ce musicien justifie ses choix de localisation résidentielle par un accès facile à la grande vitesse aérienne, et aux villes mondiales. Le mode aérien est certes le vecteur privilégié de ces relations interurbaines, mais il est notable que le fait métropolitain a, dès ses premières identifications, été associé au train : les mégapoles de Gottmann sont innervées par le Shinkansen de Tokyo à Osaka, ou par le Metro-Liner entre New-York et Washington⁸¹³.

La grande vitesse ferroviaire constitue une alternative crédible au mode aérien sur certains couples origine destination comme le montre l'exemple de Paris-Londres où l'on prédit une disparition du mode aérien dans l'avenir⁸¹⁴. Dans la littérature sur la grande vitesse on considère que son domaine de pertinence est limité à trois heures de train⁸¹⁵. Au-delà le mode aérien est réputé plus performant. Sandra Bozzani dans sa thèse a pu montrer que ce seuil de trois heures est repoussé à quatre heures dans le cas de villes intermédiaires et en l'absence d'aéroports munis d'une offre conséquente.

Pour Klein et Houée qui ont étudié les effets sur la mobilité de l'introduction du TGV Atlantique, les principales caractéristiques de la grande vitesse ferroviaire sont⁸¹⁶ :

- une forte compétitivité du train par rapport à l'avion,
- un raccourcissement de la durée des séjours par la multiplication des voyages en aller-retour dans la journée au détriment des voyages impliquant une ou plusieurs nuits à destination,
- un développement de pratiques d'allers-retours inscrits dans la demi-journée, et
- une augmentation de la fréquence des déplacements

Le développement de la grande vitesse ferroviaire à même fait de l'aller-retour à la journée une norme en matière de déplacements professionnels⁸¹⁷.

Le rôle des modes de transport des grandes vitesses transparaît aussi dans l'étude territoriale de la mobilité. Concernant les fonctions stratégiques des territoires, Ollivro distingue, à partir d'un travail d'enquête, trois types professionnels⁸¹⁸ caractérisés par leurs comportements de mobilités et leurs usages des distances :

- un groupe d'individus se déplaçant peu qui fondent leur mobilité plutôt sur un principe de proximité avec la clientèle
- un groupe d'individus se déplaçant beaucoup entre des espaces de décision et des espaces de production ; ils sont utilisateurs du réseau TGV et de l'avion
- un groupe d'individus dits multi-localisés, de cadres internationaux qui parcourent le monde sans cesse à la recherche de nouveaux produits, de nouveaux lieux de production et de consommation.

L'étude de la mobilité montre aussi que l'irruption de la grande vitesse ferroviaire rend plus floue la distinction parfois adoptée entre modes terrestres et aériens. Par exemple Kellerman s'intéressant aux mobilités quotidiennes distingue la mobilité terrestre, virtuelle et aérienne⁸¹⁹. Kellerman oppose les mobilités terrestres et aériennes en particulier par le critère de la vitesse, rapide ou très rapide, et par les types de déplacement qu'ils recouvrent. Or le mode ferroviaire à grande vitesse est compétitif

812 Stéphane Koechlin, « Laurent Garnier: "Il faut savoir raconter une histoire" », *A Nous Paris*, 2013.

813 *Urban centrality and the interweaving of quaternary activities*, 329.

814 Christiaan Behrens et Eric Pels, « Intermodal competition in the London-Paris passenger market: High-Speed Rail and air transport », *Journal of Urban Economics* 71, n° 3 (2012): 278-288, doi:10.1016/j.jue.2011.12.005.

815 Michel Houée et Olivier Klein, « Le TGV Atlantique et les fluctuations de la mobilité », in *Les vitesses de la ville*, éd. par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube (La Tour d'Aigues, 1999), 131-155.

816 Ibid., 151.

817 Olivier Klein, « Temporalités sociales et gestion de la distance à travers les moyens de transport rapides », in *Mobilités et temporalités, Mobilités et temporalités*, 2005, <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00091072>.

818 *L'homme à toutes vitesses*, 169.

819 *Daily Spatial Mobilities*, 76.

dans l'espace-temps comparé au mode aérien, et il est utilisé pour des déplacements en substitution avec l'aérien.

Cette contribution porte sur une analyse des réseaux de transport comme outils de développement territorial. Au-delà du débat sur les effets systématiques ou mécaniques des transports sur le développement économique⁸²⁰ la politique des transports figure comme un des principaux chapitres des projets territoriaux, quelle que soit l'échelle à laquelle on les pense, aussi bien européenne (ESDP/SDEC), nationale, régionale, qu'urbaine⁸²¹. De ce point de vue, la mise en cohérence des objectifs territoriaux et des orientations de la politique des transports, est un enjeu pour la définition des politiques publiques.

Pour trouver des illustrations des enjeux liant l'avenir des territoires et les transports rapides, il n'est que de se pencher sur les débats récents en France pour trouver telle ville souhaitant la connexion au réseau TGV⁸²², telle autre se préoccupant de l'évolution de sa position dans le réseau ferroviaire⁸²³, telles autres s'invitant dans le débat national pour défendre la création d'un aéroport ambitieux⁸²⁴. Vus par les décideurs localisés – autrement dit par les acteurs des territoires –, les transports ont pour rôle d'affirmer ou de revendiquer une place dans l'ensemble spatial. Cependant, les transports ont aussi pour fonction même de transgresser les limites des territoires en permettant l'accès au lointain. Or, comme l'a montré Bozzani dans le cas de Lille⁸²⁵ la possession d'un équipement aéroportuaire peut s'avérer contribuer plus faiblement au rayonnement urbain que la connexion rapide à une plate-forme majeure située à l'extérieur.

Pour toutes ces raisons, les rapports entre les territoires et le système des grandes vitesses, méritent une attention toute particulière à cause de l'importance des enjeux qu'ils portent, et nécessitent, à cause de leur complexité, la mise en œuvre d'outils d'évaluation de la performance territoriale des réseaux⁸²⁶.

Pour avancer dans la mise en œuvre d'une telle évaluation, nous allons approfondir certaines caractéristiques de la mobilité professionnelle métropolitaine.

Voyages d'affaire et travailleurs mobiles

Le fait que les entreprises soient divisées en plusieurs branches, en plusieurs structures hiérarchiques et dispersées sur un territoire, et le fait que les employés sont interdépendants impliquent l'utilisation intensive de moyens de communication en interne et en externe des organisations en firmes⁸²⁷. À cela

820 Offner, « Les Effets structurants du transport: mythe politique, mystification scientifique ».

821 Voir la section « Les liens entre politiques de transport et politiques d'aménagement et d'urbanisme », à partir de la page 34.

822 L'examen des débats parlementaires récents fait apparaître la demande de raccordement au réseau TGV de Castres (60 000 habitants) au cours des discussions sur le « grenelle de l'environnement » le 11 juin 2009 et de Gap (45 000 habitants) lors des questions orales le 3 juin 2008.

823 Ainsi dans la région Nord-Pas-de-Calais qui voit passer les TGV de Paris vers Bruxelles, Amsterdam et Cologne se pose l'enjeu de l'implantation d'une nouvelle gare sur le réseau pour capter une partie de ce flux qui lui échappe (« La métropole au carrefour de l'Europe ferroviaire grâce à une troisième gare TGV à Seclin ? », *La Voix du Nord*, 22 décembre 2007, http://www.lavoixeco.com/actualite/Dossiers/A_la_loupe/Poles_de_competitivite/Pole_I_trans/2007/12/22/article_l_a_metropole_au_carrefour_de_l_europe_fe.shtml).

824 On fait référence ici au débat sur le projet d'aéroport de Notre-Dame de Landes entre Rennes et Nantes lors de la campagne présidentielle de 2012 et aux affrontements de 2012 et 2013.

825 Sandra Bozzani, « L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain: étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Ch. de Gaulle au départ de Lille », *Cahiers Scientifiques du Transport* 47 (2005): 61-88.

826 Nicolas Stathopoulos, *La Performance territoriale des réseaux de transport* (Paris: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1997).

827 Anne Aguilera, « Business travel and mobile workers », *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42, n° 8 (2008): 1109-16.

s'ajoute l'accroissement de la communication avec les clients et la croissance du marché, qui augmentent les besoins en voyages d'affaire.

Comme nous l'avons évoqué précédemment autour du thème de la *fin de la distance*⁸²⁸, les technologies de l'information et de la communication ne sont pas à même de proposer la richesse d'un contact direct et physique⁸²⁹ car :

- il existe une corrélation positive entre la fréquence des contacts directs et le partage de connaissances et de compétences⁸³⁰ ;
- les négociations commerciales nécessitent des contacts directs, car ils impliquent des formes de communication complexes⁸³¹ ;
- les contacts directs sont nécessaires à la transmission d'informations informelles⁸³² et du savoir non codifié⁸³³ ;
- si les individus ne sont pas séparés par des grandes distances, les contacts directs seront plus fréquents et dépendront moins de la pratique ou de la connaissance des technologies de l'information ou de l'importance ou de la forme des informations à échanger⁸³⁴ ;
- les contacts directs permettent de créer une confiance mutuelle et des relations solides pour la bonne marche de projets⁸³⁵.

Dans le cadre de l'économie de l'innovation, le besoin de déplacements entre métropoles est justifié par le besoin d'accumuler, au-delà d'un *savoir codifié* accessible facilement avec une friction spatiale réduite ou inexistante, un *savoir tacite* construit au travers de relations interpersonnelles locales et à distance⁸³⁶. Ce *réseau mou* fait de relations interpersonnelles vient ainsi contribuer à la performance économique des villes⁸³⁷.

Une partie de ces liens entre métropoles assurés par la possibilité des voyages d'affaires pourraient être vus comme des liens faibles au sens de Granovetter⁸³⁸, en s'inspirant d'une analyse des fonctionnements métropolitains⁸³⁹. Les liens faibles sont le moyen privilégié pour faire entrer des informations nouvelles dans les réseaux sociaux, ce que les liens forts ne permettent généralement pas. Ce sont donc des vecteurs d'innovation essentiels pour le développement économique métropolitain. De ce point de vue, les supports des déplacements entre métropoles constituent des liens faibles capables de permettre l'échange, le brassage des idées, la diffusion des innovations. Ce sont des déplacements à la journée, mais rarement des déplacements quotidiens, c'est-à-dire ayant lieu plusieurs jours par semaine, pendant toutes les semaines de travail des individus qui se déplacent. Ce sont des déplacements occasionnels, car lointains, qui permettent de rencontrer de

828 Page 86.

829 Aguilera, « Business travel and mobile workers ».

830 Anne Aguilera et Virginie Lethiais, « Transmission des connaissances dans les relations de coopération inter-entreprises: TIC versus face à face », *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 2 (2011): 269-93.

831 Jon Inge Lian et Jon Martin Denstadli, « Norwegian business air travel-segments and trends », *Journal of Air Transport Management* 10, n° 2 (2004): 109-18; Aguilera, « Business travel and mobile workers ».

832 Sten Lorentzon, « Changes in the Flows and Means of Information Exchange: Business Uses of ICT in Sweden in the 1990s », *Journal of Urban Technology* 10, n° 1 (2003): 89-110.

833 Bathelt, Malmberg, et Maskell, « Clusters and knowledge ».

834 Aguilera, « Business travel and mobile workers »; Aguilera et Lethiais, « Transmission des connaissances dans les relations de coopération inter-entreprises ».

835 Delphine Gallaud et André Torre, « Geographical proximity and the diffusion of knowledge », in *Rethinking Regional Innovation and Change* (Springer, 2005), 127-46, http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/0-387-23002-5_7.pdf; Aguilera, « Business travel and mobile workers »; James Wickham et Alessandra Vecchi, « The importance of business travel for industrial clusters-making sense of nomadic workers », *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography* 91, n° 3 (2009): 245-55.

836 Bathelt, Malmberg, et Maskell, « Clusters and knowledge ».

837 Edward J. Malecki, « Hard and Soft Networks for Urban Competitiveness », *Urban Studies* 39, n° 5-6 (2002): 929-945, doi:10.1080/00420980220128381.

838 Granovetter, « The Strength of weak ties: a network theory revisited ».

839 Villeneuve, Lee-Gosselin, et Barbonne, « Le champ métropolitain ».

nouvelles personnes, de cultiver des liens distants. Ces déplacements font entrer en contact des réseaux sociaux habituellement séparés. Dans l'analyse économique des villes proposée par Duranton⁸⁴⁰, les réseaux personnels sont les nouveaux régulateurs de la ville post-industrielle. Les villes sont devenues des nœuds de ces réseaux personnels, mais ces réseaux ne sont pas seulement ceux de la coprésence, car les déplacements à longue distance contribuent à permettre leur extension au-delà des villes de résidence.

Comment ces contacts peuvent-ils se réaliser ? Aujourd'hui en France les déplacements professionnels représentent une part très importante de la mobilité à longue distance, pesant environ un cinquième du nombre de voyages. La caractéristique marquante de cette mobilité est la part prépondérante des relations à la journée par rapport aux voyages impliquant une nuitée ou plus. En effet les statistiques du voyage à longue distance en France en 2010 montrent que les déplacements dans la journée représentent 57 % de l'ensemble des déplacements professionnels à longue distance⁸⁴¹. Les autres déplacements impliquent une ou plusieurs nuitées à destination. D'autre part, sur le plan empirique, on sait que, concernant les motifs pour affaire, des aéroports tels que Toulouse, accueillent en majorité des déplacements sur la journée⁸⁴².

On mesure ici l'importance capitale de ce type de déplacement pour le fonctionnement de l'appareil économique.

Mesurer l'accessibilité des métropoles

Pour analyser les relations entre transports et territoires, l'accessibilité est un des concepts privilégiés. Définie comme la plus ou moins grande facilité avec laquelle on peut rejoindre un lieu pour y effectuer une activité, celle-ci est utilisée dans bon nombre d'études et de documents officiels visant à aider à la décision dans le domaine des politiques spatiales⁸⁴³. L'accessibilité renvoie à une mesure territorialisée des opportunités créées par les systèmes de transport.

Nous proposons ici une approche complémentaire des indicateurs d'accessibilité habituels qui analysent les lieux ou les espaces⁸⁴⁴ en portant la mesure sur les liens entre les lieux du système territorial. Nous partons de la question de savoir quel est le besoin de transport à l'intérieur du système urbain européen. Est-ce d'abord un besoin de longues distances ? Ou au contraire un besoin de proximité avec les villes voisines ? Un besoin de lien vers le pentagone Londres-Paris-Milan-Munich-Hambourg ou plutôt vers l'ensemble du territoire ?

Type de déplacement	Nombre de voyages		Kilomètres parcourus	
	(en millions)	Évolution 2010/2009 (en %)	(en milliards)	Évolution 2010/2009 (en %)
Motif personnel	186,9	-3,4	225,4	-1,2
Voyages avec nuitée	156,5	-2,6	212,9	-0,9
Allers-retours dans la journée	30,4	-7,1	12,4	-6,2
Motif professionnel	43,8	-9,6	40,5	-7,1
Voyages avec nuitée	18,8	-11,5	27,0	-7,1
Allers-retours dans la journée	25,0	-8,1	13,5	-7,0
Total tous motifs	230,7	-4,6	265,8	-2,1
Voyages avec nuitée	175,3	-3,6	239,9	-1,6
Allers-retours dans la journée	55,3	-7,6	26,0	-6,6

Champ : ensemble des voyages à longue distance

Tableaux complémentaires détaillés sur internet : i.1 et i.2

Source : SOeS d'après Tns-Sofres/DGCIS, panels SDT 2009 et 2010

Tableau 6. Voyages à longue distance en France en 2010 (Roussel 2011)

840 Duranton, « Distance, land, and proximity », 26.

841 Philippe Roussel, *La mobilité à longue distance des Français*, Le Point sur 105 (La Défense: Commissariat général au développement durable, 2011), <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-mobilite-a-longue-distance-des.html>.

842 70 % des voyageurs effectuent un aller-retour à la journée, source Aéroport de Toulouse, 2009.

843 Conférence des Régions Périphéries Maritimes, « Étude sur la construction d'un modèle de développement polycentrique et équilibré du territoire », 2002; ESPON et BBR, *ESPON atlas, Mapping the structure of the European territory* (BBR, 2006).

844 Klaus Spiekermann et Michael Wegener, *Update of selected Potential Accessibility Indicators* (ESPON, 2007), http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_ScientificPlatform/Menu_MapUpdates/accessibility.html.

Si l'on se réfère à la littérature sur la mondialisation, les métropoles communiquent plutôt selon des relations horizontales⁸⁴⁵. Caractérisées par la présence d'emplois supérieurs des services aux entreprises, de cadres d'entreprises, de salariés de la recherche et du développement, la métropole est aussi définie comme l'espace privilégié d'épanouissement de la classe créative⁸⁴⁶.

On trouve ainsi dans la littérature récente un ensemble de liens entre une dynamique économique (économie de l'innovation, économie de la connaissance), une dynamique spatiale et urbaine (métropolisation), mettant en correspondance des liens dans l'espace et des liens entre des individus acteurs du système productif. On comprend ainsi l'intérêt de décrire le tissu des liens entre les métropoles, vu comme un terreau de l'innovation, et porté par des individus au travers de relations à courte distance (coprésence métropolitaine) et à longue distance (télécommunication et transport).

Au sein de cet ensemble nous proposons de mesurer la possibilité d'interactions face à face entre individus situés dans des métropoles distantes. Quelle réponse apporter au besoin d'allers-retours à la journée entre métropoles ? Pour traiter cette question nous proposons de construire un indicateur de la possibilité de réaliser des relations sur une journée entre les métropoles.

Le potentiel de contact

Le courant de la *time geography* a fortement mis en avant la spatialité et la complexité des relations spatiales dans les espaces régionaux. L'illustration suivante montre les liens existants dans l'espace entre les lieux urbains, entre espaces d'une même agglomération, entre agglomérations de taille similaire ou de tailles différentes. Elle induit l'idée de la superposition de plusieurs espaces, caractérisés par des besoins, par des types d'échanges et par des portées différentes.

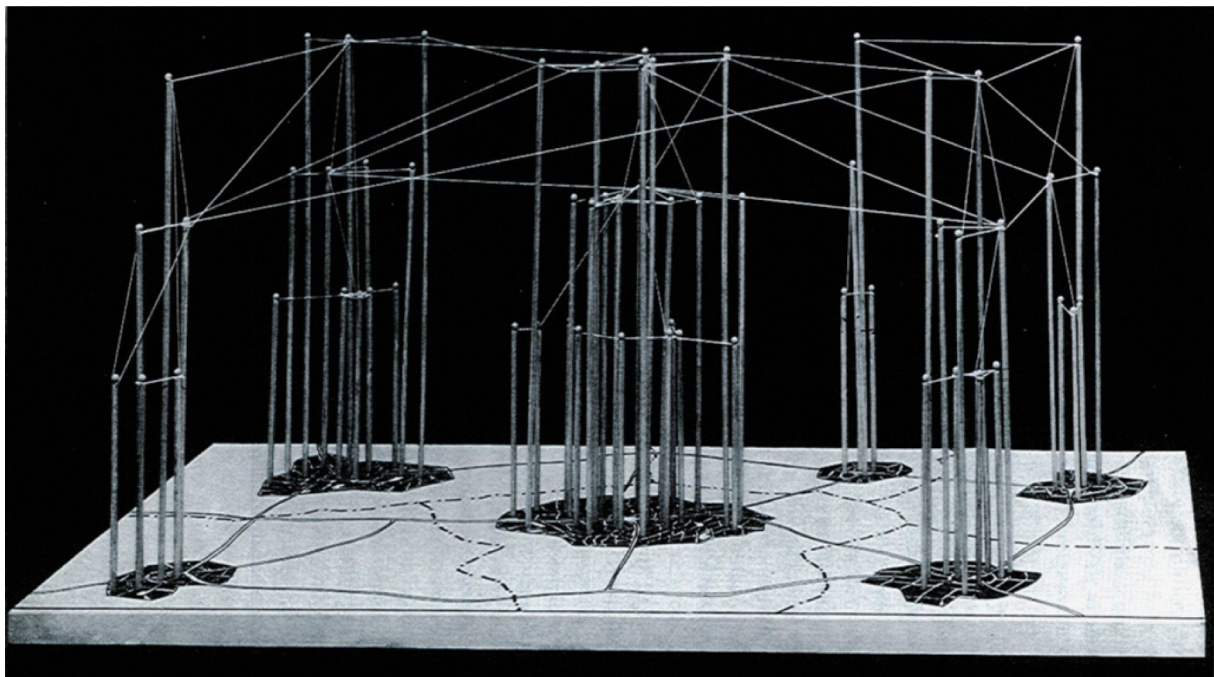


Illustration 75. Représentation conceptuelle du potentiel de contact entre villes (Engström et Sahlberg 1973).

L'ensemble des travaux de la *time geography*, à partir du travail initial de Hägerstrand dans les années 1960 et 1970, trouve un aboutissement dans l'approche par le *potentiel de contact* développée par Törnqvist. Pour Hägerstrand, la spécialisation de l'économie a rendus indispensables les liens entre entreprises différentes pour réaliser des produits finis, dans un nécessaire travail d'équipe. Hägerstrand conçoit l'évolution économique et spatiale comme un passage de liens verticaux vers des liens horizontaux, qui expliquent les tendances de l'urbanisation.

845 Veltz, *Mondialisation villes et territoires*.

846 Florida, « Cities and the Creative Class ».

Le lien entre Törnqvist et la *time geography* est clairement énoncé dans une référence à l'*urbanisation* selon Hägerstrand vue comme une activation de *liens horizontaux* définis comme l'action de déplacer des matériaux, des personnes et des informations. Le passage à des liens horizontaux s'explique par la spécialisation des activités humaines et le besoin de coopération⁸⁴⁷.

Dans son article de 1968, Törnqvist replace la question des contacts dans le cadre plus large de la diffusion de l'innovation, le domaine dont est partie la *time geography*. En effet, les modèles de diffusion, initialement appliqués aux épidémies, ont servi à expliquer la diffusion des innovations techniques.

Pour Törnqvist, la diffusion nécessite des échanges en *face à face*⁸⁴⁸. Une enquête menée sur les voyages d'affaires effectués sur les lignes aériennes suédoises de cette époque, a montré que les principaux besoins des relations de face à face sont à rechercher du côté des *unités administratives* des entreprises, c'est-à-dire des entités (services, individus) qui « reçoivent, transforment et communiquent » les informations au sein des systèmes productifs. Les fréquences de face à face les plus fortes se retrouvent entre les *unités administratives* d'entreprises différentes. Les autres flux importants ont lieu entre certaines fonctions de l'administration publique, des banques et de la recherche.

De cette séparation entre les fonctions des entreprises découle une série d'organisations spatiales possibles et de besoins de face à face, comme l'indique la figure suivante. Pour comprendre le développement régional, il est nécessaire de découper les fonctions à l'intérieur du système productif, y compris à l'intérieur des firmes elles-mêmes, entre les fonctions d'information et d'exécution. Les fonctions d'information sont en forte croissance et se concentrent dans les plus grandes villes. Pour Törnqvist le besoin de contact, et essentiellement le contact personnel, est une des principales forces opérant dans les processus d'urbanisation.

Le diagramme précédent illustre, dans les termes posés à l'époque des débuts de la *time geography*, l'organisation spatiale de l'appareil économique industriel. En particulier la séparation et la dispersion des fonctions de commandement et de production montre le besoin essentiel de la coordination et donc des déplacements en fonction des structures spatiales rencontrées.

L'attractivité et l'importance d'une région dépendent en partie des liens avec les autres lieux et notamment les possibilités de déplacements, la qualité de ceux-ci et la durée disponible à destination⁸⁴⁹.

Toujours dans les termes des années 1970, on considère que les emplois dans les sociétés postindustrielles sont répartis entre secteur industriel, commerces et services. Chaque secteur induit des liens particuliers :

- échanges de matériel principalement pour le secteur industriel et les fonctions primaires ;

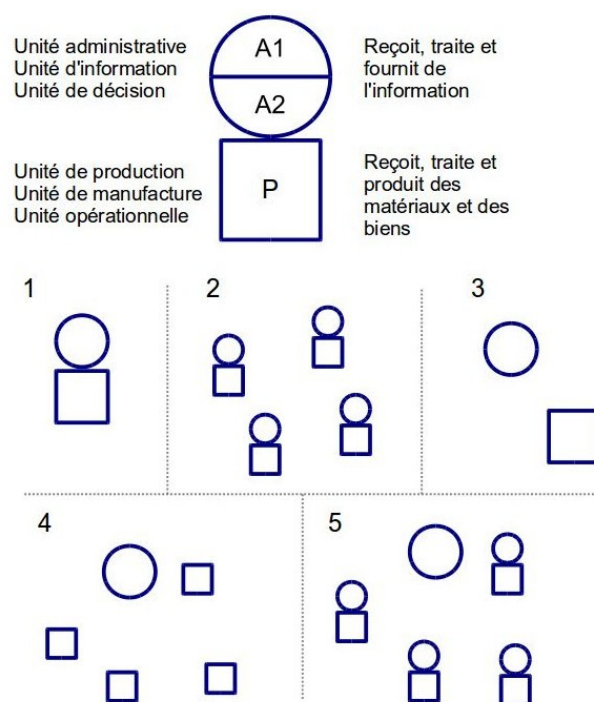


Illustration 76. Modèles de la configuration spatiale et organisationnelle des firmes (Törnqvist 1970)

847 Gunnar Törnqvist, *Contact Systems and Regional Development* (Royal University of Lund. Department of Geography, 1970).

848 Ibid.

849 Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities ».

- déplacements liés aux services ou aux commerces pour les fonctions de services ;
- échanges d'informations pour les fonctions administratives, sous la forme de contacts personnels directs ou de correspondance papier ou informatique et appels téléphoniques ou visioconférences.

Les opportunités en termes d'emplois et de résidence sont majoritairement concentrées dans les pôles urbains majeurs à travers le monde. « *Tout spécialement dans les pays développés, la croissance des pôles urbains majeurs est en grande partie le résultat du développement des fonctions de services et d'administration.* »⁸⁵⁰.

Sont liées à ces fonctions administratives de nombreuses institutions et services avec notamment les services publics⁸⁵¹.

« *Le développement des sociétés post-industrielles a engendré une importante division spatiale du travail ainsi qu'une forte spécialisation. Ceci a comme résultat une forte croissance de l'interdépendance entre les différents secteurs d'activités et les emplois. Une société ne peut fonctionner sans un flux constant de biens, de personnes et d'informations* »⁸⁵².

Il est important de connaître et de mesurer le nombre d'actifs dont la fonction nécessite de nombreux contacts directs, dans les domaines de la décision, du management, de la planification, de la recherche et du développement, car ils peuvent jouer un rôle déterminant dans l'organisation régionale. En effet, ils peuvent exercer un effet multiplicateur très important sur le taux d'emploi, comme le montre l'exemple de la Suède, étudié par Erlandsson, puisque déjà en 1979 :

« *Au moins la moitié de ces employés sont aujourd'hui localisés dans les trois principaux pôles urbains du pays et ils exercent un très fort effet multiplicateur sur le taux d'emploi* »⁸⁵³.

Comme le rappelle Erlandsson, Törnqvist⁸⁵⁴ a élaboré une méthode de mesure de la possibilité de réaliser des contacts directs, qu'il a appelé *potentiel de contact*. Afin de mesurer cette accessibilité, Törnqvist a pris en compte la durée disponible à destination dans le cadre d'un aller-retour dans la journée, le temps de trajet et le coût du trajet. Le modèle élaboré par Törnqvist apparaît fonctionnel à l'échelle nationale. Erlandsson l'a appliqué à l'échelle internationale en précisant toutefois les limites méthodologiques qu'on pouvait identifier sans pouvoir les prendre en compte pour la réalisation des mesures⁸⁵⁵ :

- quelle est la pertinence de la mesure du temps disponible à destination dans le cadre d'un aller-retour journée pour un déplacement international ?
- quelle base de calcul utiliser dans le modèle (le nombre d'employés à forte mobilité est-il encore pertinent puisqu'une grande partie des déplacements est intra-national ?) ?
- comment tenir compte des contraintes de déplacements telles que le franchissement des frontières ?

À cette liste on peut ajouter la remarque selon laquelle le temps disponible pour d'autres activités lors du déplacement ne correspond pas à la même expérience pour le passager aérien que pour le passager ferroviaire. La qualité du temps passé dans le système ferroviaire, incluant le temps d'attente et le temps en déplacement, est très probablement bien meilleure que celle passée dans le système aérien, mais ce paramètre est difficile à quantifier⁸⁵⁶.

850 Ibid., 94.

851 Peter Geoffrey Hall, *The world cities* (Weidenfeld and Nicolson London, 1966), <http://www.getcited.org/pub/101209986>; Folke Kristensson et Handelshögskolan i Stockholm, *People, Firms and Regions: A Structural Economic Analysis* (Economic Research Institute at the Stockholm School of Economics, 1967).

852 Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities », 95.

853 Ibid., 97.

854 *Contact Systems and Regional Development*.

855 « Contact potentials in the European system of cities ».

Erlandsson considère que les villes majeures concentrent, notamment dans leurs centres, les fonctions engendrant des déplacements. Il a donc pris en compte toutes les villes européennes ayant plus de 500 000 habitants. Une fois ce choix fait, quelques modifications ont été faites afin de tenir compte de la distance entre les nœuds et l'aéroport le plus proche, et de la fonction de pôles urbains ayant des rôles de centres internationaux et régionaux. Dans la méthode développée par Erlandsson la mesure du potentiel de contact s'est déroulée en deux phases :

- la première phase consiste en la mesure du temps maximum à destination en considérant qu'un départ ne se fait pas avant 6:00 du matin depuis la résidence et que le retour doit être réalisé avant minuit, mais aussi que ce type de déplacements doit être possible au moins trois fois entre lundi et vendredi :
 - base de calcul : temps maximum à destination disponible dans le cadre d'un aller-retour dans la journée (vers et depuis un centre urbain)
 - mesure depuis un centre vers tous les autres ;
 - mesure depuis les autres centres vers un centre choisi.
- La seconde phase est la mesure combinant le temps maximum disponible à destination dans le cadre d'une journée de travail et la taille de la population urbaine atteignable :
 - quel est le nombre d'individus potentiellement joignables depuis un pôle dans le cadre d'un aller-retour journée pendant un nombre d'heures donné ?
 - nombre d'individus pouvant atteindre ce même pôle dans les mêmes conditions ?

Les différences que l'on peut constater entre les potentiels de contact en entrée et en sortie peut s'expliquer en grande partie par les grilles horaires selon Erlandsson. Erlandsson assume une relation directe entre la taille d'une ville et les potentialités de déplacements, mais il précise qu'une mesure plus fine serait nécessaire : le pôle est-il une capitale ? Y a-t-il présence de sièges d'entreprises et d'organisations, de multinationales⁸⁵⁷ ?

Les paramètres de la mesure du potentiel de contact

En conséquence nous proposons de construire une mesure de la qualité des liens dans le système urbain, basée sur les principes de la *time geography*. Pour cet indicateur, appelé potentiel de contact⁸⁵⁸ ou contactabilité⁸⁵⁹ et mesurant la possibilité d'aller-retours entre villes Erlandsson avait appliqué les critères suivants :

- enveloppe globale des trajets : de 6 heures du matin à minuit
- durée disponible à destination : 4 à 8 heures

Nous voulons évaluer la possibilité de réaliser des déplacements de type aller-retour sur une journée entre villes, en utilisant tous les modes de transport rapide disponibles. Dans l'esprit de la géographie d'espace-temps nous construisons un indicateur de la possibilité de mener une activité de type réunion professionnelle en tenant compte des rythmes temporels des individus.

856 Concepción Roman, Raquel Espino, et Juan Carlos Martin, « Competition of high speed train with air transport: the case of Madrid-Barcelona », *Air Transport Management* 13 (2007): 277-284; Glenn Lyons, Juliet Jain, et David Holley, « The use of travel time by rail passengers in Great Britain », *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41, n° 1 (janvier 2007): 107-120, doi:10.1016/j.tra.2006.05.012.

857 Néanmoins, de nombreuses données étaient difficilement disponibles au moment de la réalisation de l'étude d'Erlandsson.

858 Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities ».

859 Haggett, *Geography, a global synthesis*.

Beaucoup d'opérateurs du secteur aérien évaluent la possibilité de passer 6 heures à destination pour mesurer la faisabilité d'une relation quotidienne⁸⁶⁰. Typique d'une réunion de travail, nous retenons ce créneau temporel comme étant représentatif d'un déplacement professionnel. Le rythme quotidien s'apprécie en fixant les bornes inférieures et supérieures de l'enveloppe de l'activité complète incluant les temps de transport dans les deux sens.

Sensiblement différent des paramètres présentés au-dessus, voici les contraintes que nous avons choisies :

- enveloppe globale des trajets : de 5 heures du matin à 23 heures
- durée disponible à destination : 6 heures minimum

Le décalage une heure plus tôt par rapport aux paramètres d'Erlandsson permet de mieux tenir compte des premiers décollages au départ des plate-formes aériennes. La durée de la réunion est indiquée par les valeurs retenues dans le secteur aérien. Suivant les chaînes de transport des chemins optimaux, les valeurs de pré- et post-acheminement ainsi que les valeurs d'attente et d'enregistrement sont indiquées sur la figure qui suit. L'enjeu du choix de ces valeurs est en premier lieu de construire des chaînes modales réalistes et comparables dans des conditions équitables⁸⁶¹ entre les modes de transport aérien et ferroviaire⁸⁶². De plus dans le but d'établir un indicateur de performance du système de transport et du système urbain nous voulons construire une mesure discriminante dans l'ensemble des relations possibles.

Nous mettons en œuvre ces critères sur un ensemble de chemins minimaux calculés à partir des horaires de circulation des avions et des trains sur une journée type de l'hiver 2009/2010. Les horaires d'avion proviennent d'une base de l'OAG⁸⁶³ tandis que les horaires des trains de toute l'Europe ont été recueillis sur le site web des chemins de fer allemands⁸⁶⁴ complétés par des recueils d'information horaires de sites nationaux⁸⁶⁵. Les chemins minimaux ont été calculés avec le modèle Musliw⁸⁶⁶. Les critères des possibilités d'allers-re-

Structure of the air return trips:



Illustration 77. Paramètres de l'indicateur de contactabilité: les allers retours à la journée entre métropoles par des chaînes **monomodales**

Structure of the return trips:

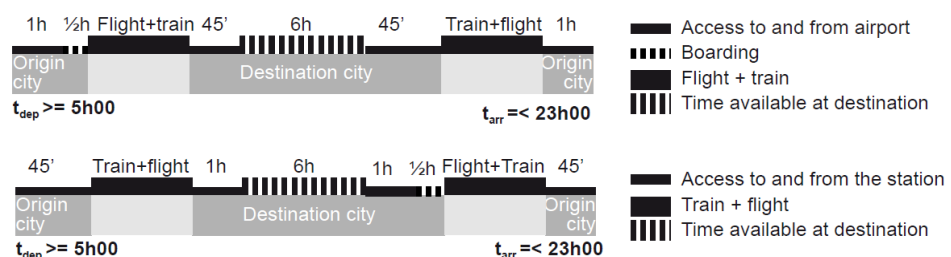


Illustration 78. Paramètres de l'indicateur de contactabilité: les allers retours à la journée entre métropoles par des chaînes **intermodales**

860 Entretien avec le directeur de l'aéroport de Lille-Lesquin en 2007.

861 Bozzani, « L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain: étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Ch. de Gaulle au départ de Lille ».

862 Erlandsson, « Contact potentials in the European system of cities ».

863 Voir : <http://oagdata.com>

864 Voir : <http://www.diebahn.de>

865 Pour l'Irlande, la Grèce et la Turquie absentes de la base DieBahn.

866 Modèle développé par Patrick Palmier du CEREMA.

tours sont appliqués par l'exécution de requêtes dans une base de données relationnelle⁸⁶⁷. Ce travail permet de construire une matrice non symétrique de chemins allers-retours possibles entre villes européennes.

La cohésion du réseau de villes

Nous souhaitons, à partir de la possibilité des allers-retours, produire une information rendant compte de la structure et de la forme des liens dans le réseau des métropoles européennes.

Que l'on considère le rapport des métropoles entre elles sous un angle hiérarchique ou non, l'aspect uni-directionnel de la possibilité d'aller d'une ville à l'autre n'a pas nécessairement de signification immédiate en termes d'organisation du réseau de villes. La possibilité d'effectuer un aller-retour à la journée peut tout aussi bien concerner le déplacement d'un cadre du siège social vers la filiale d'un groupe, que le déplacement d'un directeur d'usine vers le siège. La hiérarchie urbaine sous-jacente, liée ici aux fonctions de commandement et d'exécution, ne se lit donc ni dans le sens de la relation, ni dans le caractère uni ou bi-directionnel des possibilités d'allers-retours. Pour cette raison, dans une

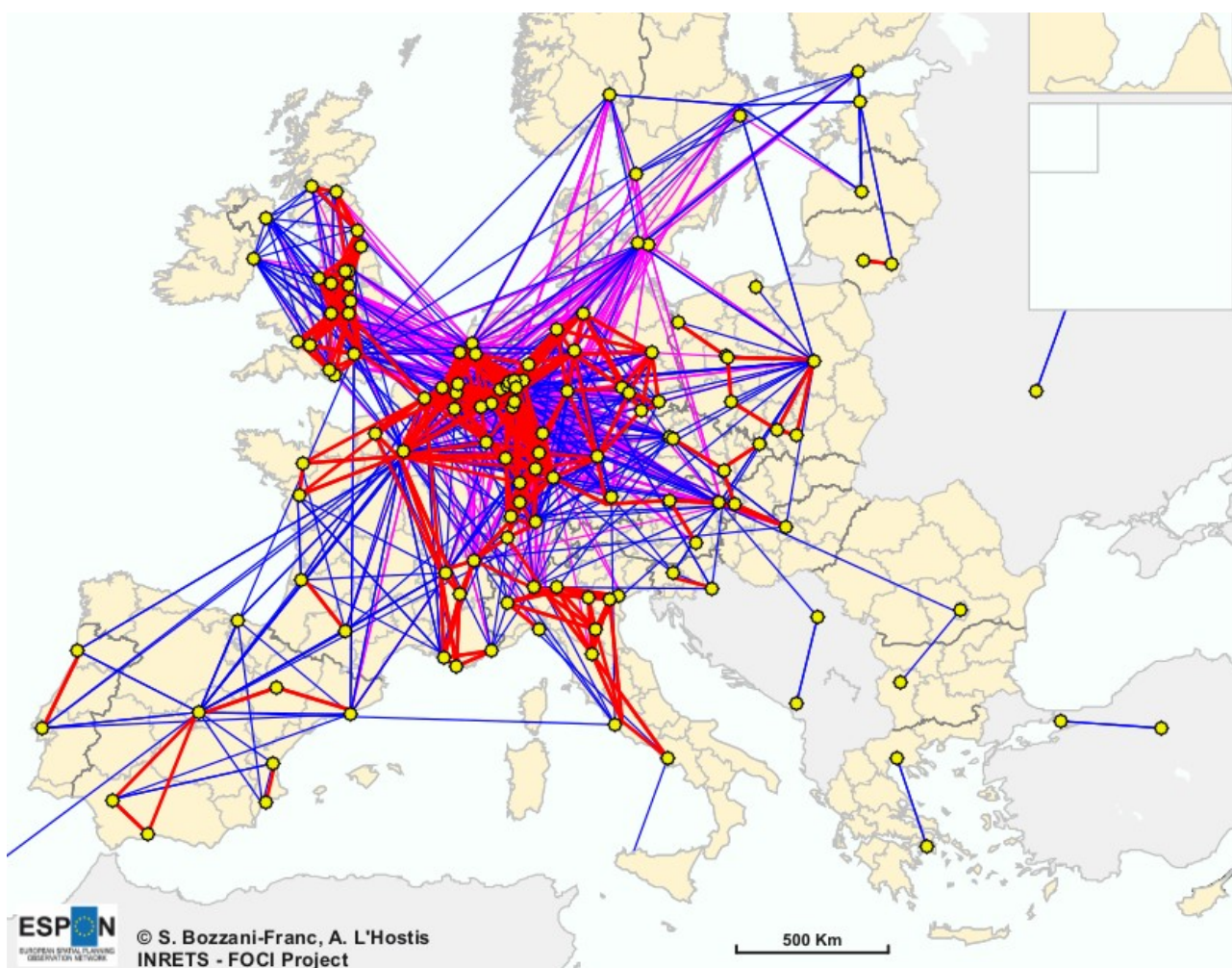


Illustration 79. Potentiel de contact bi-directionnel entre métropoles européennes en 2009: l'avion et le train
première analyse, dans le but de comprendre la forme du réseau de villes, nous ne montrons que les relations réciproques, en éliminant les liens possibles uniquement dans une seule direction.

Une première carte indique le calcul effectué à partir des bases de données d'horaire d'avion et de train d'un jour de semaine de l'hiver 2009. Ne sont tracées sur cette première carte que les relations

⁸⁶⁷ En l'occurrence une base de données au format mySQL.

bidirectionnelles, c'est-à-dire celles permettant à un résident de la ville A d'assister à une réunion dans la ville B et réciproquement, permettant aux résidents de B de se rendre en A. La couleur indique la chaîne modale la plus performante, c'est-à-dire celle qui donne accès à la plus longue plage horaire à destination entrant dans les critères de départ le matin et de retour du soir.

Cette carte montre la structure des relations symétriques possibles entre métropoles. L'existence d'un lien marque la possibilité de relier les deux villes dans les conditions d'une activité professionnelle métropolitaine. La carte ainsi produite renseigne donc sur un des aspects contribuant à former le réseau des métropoles européennes.

Les analyses portent dans deux directions : une discussion sur la cohésion du réseau des métropoles européennes et une discussion sur le rôle des modes de transport et de leurs articulations.

Le premier élément marquant est la grande densité de ces liens potentiels sur le territoire européen, singulièrement dans sa partie la plus densément peuplée. Cette densité s'est même fortement accrue si l'on considère les résultats d'un indicateur similaire mais restreint au mode aérien calculé en 2004⁸⁶⁸. L'indicateur étant sensible à la distance à vol d'oiseau entre villes et à la performance du système de transport, il privilégie les relations de proximité entre métropoles et les objets urbains de grande taille. La densité locale de la distribution des métropoles choisies est donc un élément essentiel dans la formation de ce réseau de villes. La faible densité et le manque de métropole relais dans l'Europe balkanique explique la faiblesse du réseau en Roumanie et Bulgarie. Cet espace mis à part on retiendra la forte cohésion du réseau de villes par la grande densité du nombre de relations potentielles. Cette cohésion est remarquable par exemple pour le cas de la péninsule ibérique qui se trouve fortement liée au pentagone considéré comme le centre de l'Europe (Londres-Paris- Milan-Munich- Hambourg). La Pologne et la Hongrie jouissent d'une intensité de liens vers le pentagone, même si leur densité y est moins élevée.

Le second trait est la forte présence du mode ferroviaire, surtout si l'on considère que la carte montre les combinaisons modales les plus performantes, laissant le plus de temps à destination. Ceci signifie que le rail est en mesure de concurrencer le mode aérien pour un très large ensemble de relations de proximité. Le mode ferroviaire européen, modernisé par l'introduction de la grande vitesse apparaît ici très performant. Notons cependant que les logiques nationales perdurent largement, à l'exemple de l'Italie dont le réseau ferroviaire à grande vitesse, atteignant Naples, construit un puissant axe nord-sud complétant le système urbain de la plaine du Pô. Malgré cette forte intégration, aucune liaison internationale n'est possible par le mode ferroviaire, les traversées alpines privilégiant le mode aérien. Cette faiblesse relative milite ici pour la réalisation des maillons manquants transfrontaliers du réseau trans-européen de la grande vitesse. On pense ici particulièrement aux traversées pyrénéennes et alpines, ainsi qu'aux liens dans l'est européen entre l'Allemagne et la Pologne ainsi que dans les axes nord-sud de la Pologne vers la République Tchèque et la Hongrie.

Le troisième enseignement concerne le rôle décisif joué par la combinaison des modes ferroviaire et aérien dans l'intégration du réseau de villes.

Pour mieux cerner le rôle de l'intermodalité nous proposons de montrer sur la carte suivante le niveau de contactabilité de chaque ville et la part de chaque mode dans ce niveau.

L'analyse du rôle des modes de transport laisse apparaître deux points saillants. D'abord nous constatons avec une certaine surprise le rôle éminent du mode ferroviaire dans la structuration du réseau urbain européen. Le rail, et en particulier le mode ferroviaire à grande vitesse, vient concurrencer l'avion sur un nombre très significatif de relations inter-métropolitaines. Ensuite, le rail joue un rôle très important dans des chaînes intermodales avec l'aérien. Il confère à une série de métropoles dépourvues d'aéroport international puissant, un niveau d'accessibilité nettement supérieur à celui que leur accordent les chaînes mono-modales ferroviaire et aériennes. Ce résultat démontre l'idée que

868 Philippe Mathis et al., *Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion* (ESPON, 2004),
http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/652/index_EN.html.

l'équipement aéroportuaire n'est pas le seul et unique moyen de soutenir une accessibilité métropolitaine.

Nous figurons sur la carte ci-contre le poids de chaque chaîne modale dans la constitution du niveau de contactabilité de chaque ville. À la différence de l'analyse précédente, nous avons retenu l'ensemble des allers-retours possibles, y compris les uni-directionnels et pas uniquement les réciproques, car tous rendent compte du potentiel de contact de chacune des villes.

Pour les métropoles, le mode aérien est le vecteur privilégié des relations inter-métropolitaines. Cependant les métropoles dépourvues d'aéroport majeur ne sont pas nécessairement reléguées au second ou troisième plan. Le cas de Lille confirme un résultat identifié dans la thèse de Sandra Bozzani⁸⁶⁹ où le mode ferroviaire, en l'occurrence à grande vitesse, donne accès à un aéroport majeur, Paris-Charles-de-Gaulle, situé au bien delà du périmètre fonctionnel lillois. La combinaison *TGV plus avion* compte pour environ 40 % des possibilités d'allers-retours au départ de Lille. Dans une moindre mesure cette situation se retrouve dans les villes allemandes de la Ruhr et des bords du Rhin. Le plus souvent cette contribution intermodale bénéficie à des métropoles intermédiaires, situées au second voire au troisième rang de la hiérarchie urbaine. On mesure de ce fait l'enjeu stratégique que joue cette articulation pour ces villes qui parviennent à tirer parti d'un excellent accès au mode ferroviaire en particulier à grande vitesse, et de son articulation à des plate-formes aéroportuaires de poids.

La réflexion sur les interconnexions des réseaux rapides et des métropoles a conduit Varlet à théoriser le trinôme d'interconnexion⁸⁷⁰ défini comme associant la ville, un système aérien performant et une liaison ferroviaire efficace entre les deux. Ce modèle, pensé pour caractériser des métropoles adjointes d'aéroports internationaux performants situés à proximité, peut ici être renouvelé en considérant l'articulation ferroviaire-aérien avec des plate-formes aériennes distantes. Le lien du trinôme de Varlet acquiert alors une portée bien plus grande que dans le modèle initial.

Une trajectoire de recherche sur les distances entre villes

Ce travail sur les distances entre villes est une démarche de recherche de mesures utiles de l'accessibilité dans les relations interurbaines sous la forme de mesures du potentiel de contact. Les recherches menées sur ce sujet ont avancé dans trois directions : l'exploration des domaines d'application du modèle, l'étude de ses fondements théoriques, et l'exploration des exploitations possibles.

La première direction de travail, dont les résultats sont les plus abondants, couvre l'exploration des espaces géographiques et des modes de transport, ainsi que la variation des paramètres du modèle pour étendre les types de déplacements que l'on évalue.

La seconde direction vise à mieux situer ces indicateurs dans les courants des sciences de l'espace et singulièrement à les inscrire dans un rapport avec les indicateurs classiques de l'accessibilité.

Enfin la troisième direction de travail implique des analyses diachroniques et ex-ante pour mesurer les impacts à attendre de projets de modification de l'offre de transport, ainsi que des investigations sur les interprétations et analyses territoriales que l'on peut mettre en regard de l'étude des résultats de l'indicateur du potentiel de contact.

869 « Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des territoires ».

870 Varlet, « Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe ».

Les premières réflexions sur l'analyse des distances entre villes proviennent d'une demande du ministère français des transports de mesurer les distances par le mode ferroviaire⁸⁷¹. Ce travail pionnier a permis de tester l'algorithme de Dijkstra avec des données horaires et d'élaborer les premières mesures de temps d'accès en tenant compte des horaires. La commande fixant explicitement le besoin d'allers-retours à la journée entre préfectures de France métropolitaines nous avons dû introduire un ensemble de critères pour tester cette possibilité.

Depuis la période de la *time-geography* des années 1970 à 1980, hormis la présentation de l'indicateur d'Erlandsson chez Haggett⁸⁷², aucune occurrence de travaux sur la contactabilité n'a été recensée au travers de l'étude bibliographique menée dans le cadre de ce travail de recherche, avant les contributions du CESA à la fin des années 1990 et de l'Inrets à partir des années 2000.

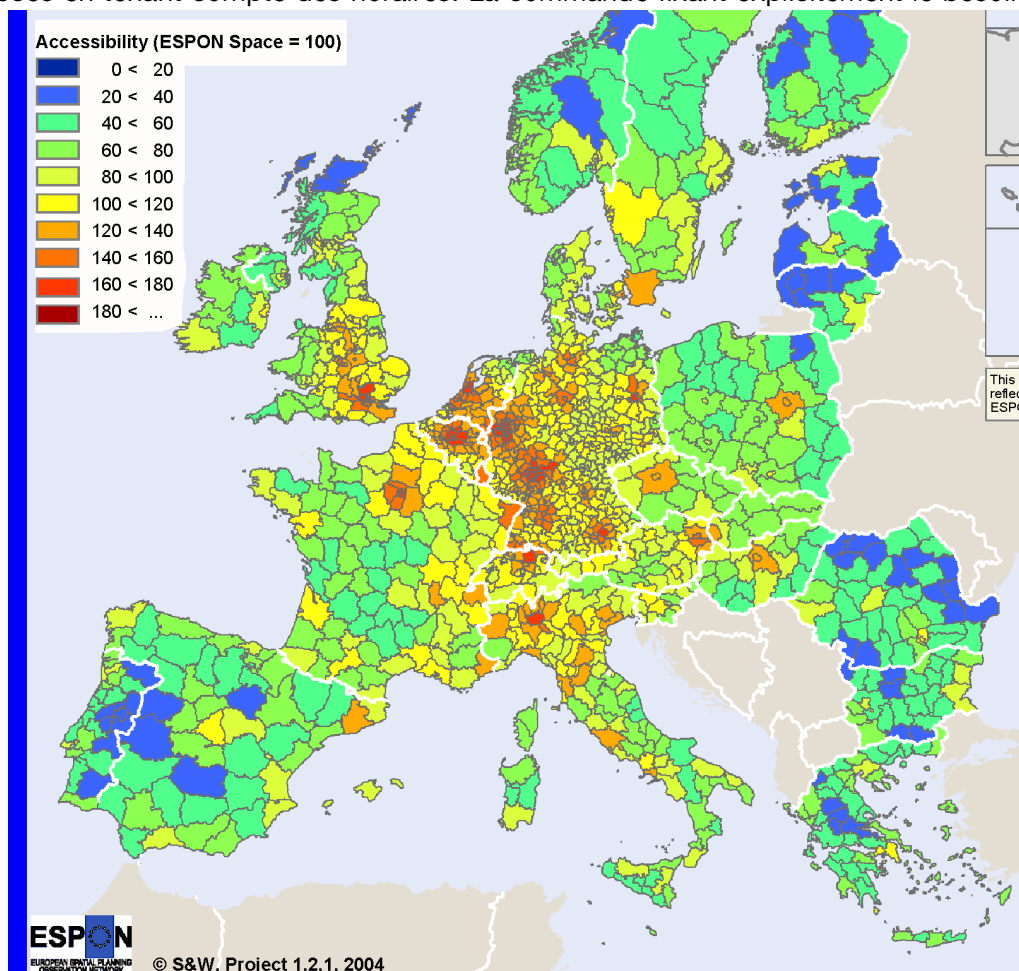


Illustration 80. La carte de l'accessibilité multimodale européenne de Spiekermann et Wegener (Philippe Mathis et al. 2004)

La première application ayant été réalisée à l'échelle nationale, le prolongement le plus logique du travail portait sur une extension à l'échelle européenne. En effet les villes françaises, de plus en plus, s'inscrivent dans un cadre élargi aux pays frontaliers, voire à l'ensemble de l'Europe pour les plus influentes d'entre elles. Suite aux premiers travaux du SPESP⁸⁷³, les appels d'offre ESPON/ORATE de 2002 auxquels nous répondons portent sur les relations entre les transports et l'aménagement du territoire européen. Le projet obtenu s'intitule « Transport services and networks : territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion »⁸⁷⁴. Dans ce contexte, les mesures de l'accessibilité occupent une place centrale. Pour appuyer ce point il est remarquable de noter qu'une des cartes les plus citées de tout le programme ESPON est probablement la carte de l'accessibilité

871 Philippe Mathis et al., *Grille de niveau de service* (Ministère des Transports, 1997).

872 *Geography, a global synthesis*.

873 Le *Study Program of European Spatial Planning* a préfiguré entre 1999 et 2001 la mise en place du réseau ORATE/ESPON.

874 Philippe Mathis et al., *Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion* (ESPON, 2004),

http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/652/index_EN.html.

multimodale proposée par Spiekermann et Wegener, qui furent membres du consortium dirigé par Philippe Mathis.

Ces types de représentations sont capables d'indiquer un niveau régional d'accessibilité vis-à-vis du reste du territoire. Cependant on ne sait pas quels sont les liens qui contribuent à un bon niveau d'accessibilité, et réciproquement on ne sait pas quels sont les liens manquants pour élever un niveau d'accessibilité ou pour soutenir une stratégie territoriale.

C'est pour répondre à ces deux lacunes que nous avons voulu développer les indicateurs du potentiel de contact cette fois à une échelle européenne. Nous avons alors travaillé sur les allers-retours à la journée en mode aérien⁸⁷⁵. La trame urbaine retenue est issue des réflexions sur la structure polycentrique préconisée dans le SDEC (ESDP) telle qu'elle est proposée sous le vocable des MEGA, Aires Métropolitaines Européennes de Croissance. Le mode aérien est analysé, en appliquant une approche horaire. L'indicateur se veut alors complémentaire des mesures proposées par Spiekermann et Wegener dans le même rapport⁸⁷⁶.



Illustration 81. Liens du potentiel de contact entre les 72 Métropoles Européennes de Croissance (MEGA) en 2003 (Philippe Mathis et al. 2004)

Le message principal fourni par la carte des allers-retours réciproques est l'idée d'une extrêmement forte intégration du réseau urbain du centre géographique de l'Europe, et dans une moindre mesure de certains espaces périphériques comme la péninsule Ibérique ou l'espace Nordique. En contrepoint certains espaces situés à l'est, comme les Balkans apparaissent bien moins connectés, à cause d'une plus faible densité de métropoles, mais aussi d'un réseau des grandes vitesses, aérien et ferroviaire, moins développé.

La carte proposée indique les allers-retours réciproques en rouge et unidirectionnels en orange. En comparant les deux cartes précédentes il est possible de produire un discours territorial sur la Catalogne et Barcelone. La Catalogne jouit d'un niveau d'accessibilité supérieur à la moyenne selon l'indi-

875 Ibid.

876 Ibid.

cateur global d'accessibilité. Mais le potentiel de contact nous indique que les liens les plus forts sont ceux que Barcelone entretient avec les autres villes de l'espace ibérique, et qu'il existe un véritable déficit pour ce qui concerne les relations de proximité avec les métropoles du sud français, singulièrement Toulouse.

Un développement plus abouti, et prolongement du travail précédent, est proposé dans un autre projet ESPON, le projet FOCl sur les facteurs de la compétitivité urbaine⁸⁷⁷. L'application combine l'offre aérienne et ferroviaire, de manière multimodale et intermodale. Ainsi elle permet de montrer le degré d'ouverture de métropoles comme Lille, ne possédant pas d'aéroport international, mais pouvant accéder via une liaison intermodale TGV-avion avec Charles de Gaulle à une offre très développée. C'est à partir de ce développement et des bases de données constituées que la thèse de Sandra Bozzani s'est développée.

Les paramètres principaux des applications recensées sont présentées dans le tableau de synthèse qui suit.

	Törnqvist	Erlandsson	Baptiste	L'Hostis	L'Hostis	Coronado et al.
Année	1973	1979	2003	2004	2010	2014
Échelle	Nationale	Européenne	Régionale	Européenne	Européenne	Nationale
Modes	Air, rail, voiture	Air, voiture, bateau, train	Rail	Air	Air, Rail, rail+Air	Rail
Conditions de l'offre		3 fois entre lundi et vendredi	Jour ouvrable de base hiver 2000	Un mardi de l'hiver 2003	Un mardi de l'hiver 2009	Un samedi de 2012
Offre	Horaires et temps minimum	Horaires et temps minimum	Horaires	Horaires	Horaires	Horaires
Temps destination à	> 4h et [9h-17h]	> 4 h	> 8 + 1 h	> 6 h	> 6 h	> 6 h et > 8 h
Enveloppe temporelle	>6 h < 23 h	> 6 h < minuit	> 6 h < 20 h	> 6 h < 22 h	> 5 h < 23h	> 9 h* < 20 h*

* heure d'arrivée du train le matin et de départ du train le soir, motif tourisme

Tableau 7. Synthèse des paramètres des principales applications du potentiel de contact (L'Hostis 2014)

On constate à la lecture du tableau synthétique qu'une grande diversité de territoires se prête à une analyse de type contactabilité, d'un espace continental à un espace régional. Les modes de transport considérés sont aussi très divers, pris isolément (multimodalité) ou pris dans des chaînes complexes (intermodalité). On note que l'espace-temps est considéré à chaque fois de manière privilégiée sous forme d'horaires, et non pas par des durées minima de transport entre lieux.

Les paramètres des temps disponibles à destination correspondent en priorité à la nature des activités, au sens de la *time-geography*, exercées dans les lieux distants. Ces paramètres sont très différents entre une journée type de travail salarié, et une possibilité de réunion sur une demi-journée.



Illustration 82. Chaîne de déplacement performante pour une mobilité quotidienne pour des déplacements domicile-travail (L'Hostis et Baptiste 2006)

Les paramètres de l'enveloppe du départ et du retour au domicile sont aussi variables en fonction du type de déplacement. Une considération doit ici être notée : le choix d'une plage horaire plus grande entre les deux projets européens de 6-22 h à 5-23 h a répondu à un souci de bien capter les pre-

877 Lennert et al., *Future Orientations for Cities final report*.

mières vagues de décollage des hubs aériens, et de tenir compte d'une plus grande flexibilité du temps personnel des individus effectuant ce type de déplacements. Bien que s'inscrivant dans le cadre d'une activité professionnelle, son caractère occasionnel le rend plus susceptible d'empiéter sur le temps personnel des individus.

Tout comme dans les travaux pionniers d'Erlandsson et Törnqvist, nous avons été amenés à appliquer les indicateurs sur des espaces nationaux et continentaux. Restaient à explorer des échelles spatiales plus réduites, et en particulier régionales. Or dans ce cadre tout change : les mobilités sont différentes, les modes de transport aussi ; le modèle doit donc être adapté en profondeur. Dans le cadre d'un travail de recherche financé pour le conseil régional Nord-Pas-de-Calais, nous avons développé une méthode d'analyse de la performance territoriale du système de transport ferroviaire régional⁸⁷⁸. Pour analyser le service de transport et pas seulement l'offre de transport, nous avons construit une évaluation du type contactabilité, même si le vocable est alors différent. La méthode s'inspire des premiers travaux pour le ministère en 1997, cette fois sur un territoire régional. À cette échelle les déplacements pertinents entre pôles urbains ressortissent plutôt du type classique du domicile-travail quotidien. L'objectif de l'indicateur est alors de mesurer l'adéquation du système de transport à des besoins de mobilité quotidienne sur une journée de travail type dans une mobilité inter-cités. Une première partie de la démarche consiste à identifier les principaux pôles de l'armature urbaine, en lien avec les orientations de l'aménagement du territoire et de la politique des transports.

Les paramètres retenus correspondent à une journée de travail complète effectuée dans une ville distante. Les critères de qualité retenus cherchent à trouver un « train rapide au bon moment » en éliminant les trains les plus lents de la grille horaire considérée. L'objectif consiste à mesurer la présence de liens rapides dans les périodes de pointe du matin et du soir.

L'outil développé sur l'espace régional Nord-Pas-de-Calais permet de construire deux analyses :

une mesure de la cohésion territoriale du réseau de villes étudié, et une mesure de l'adéquation du système de transport à un type de besoin contraint de mobilité vers le travail, élément stratégique tant sur le plan de la performance économique de la région dans son ensemble, que de la dimension sociale d'une offre ferroviaire donnant accès à des emplois éloignés. Ces travaux ont fait l'objet de présentations et discussions avec les acteurs régionaux : le caractère normatif et très orienté sur une demande particulière en font une mesure complémentaire des mesures classiques de l'accessibilité. Cette démarche a aussi alimenté la réflexion de la thèse d'Alexis Conesa qui a porté sur la mesure des propriétés des réseaux de transport en commun dans leur contribution à la structuration des territoires régionaux du Nord-Pas-de-Calais et de Provence-Alpes-Côte d'Azur⁸⁷⁹.

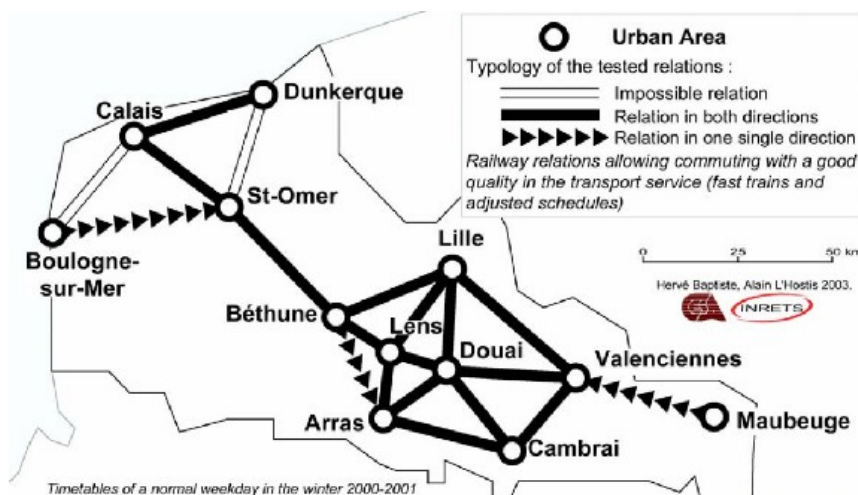


Illustration 83. Les allers retours à la journée entre les villes de la région Nord-Pas-de-Calais (L'Hostis et Baptiste 2006)

878 Alain L'Hostis et Hervé Baptiste, « A Transport network for a city network in the Nord-Pas-de-Calais region: linking the performance of the public transport service with the perspectives of a monocentric or a polycentric urban system », *European Journal of Spatial Development*, 2006, <http://www.nordregio.se/EJSD/>.

879 Alexis Conesa, « Modélisation des réseaux de transport collectifs métropolitains vers la structuration territoriale des réseaux. Applications au Nord-Pas-de-Calais et à Provence-Alpes-Côte d'Azur » (Géographie et Aménagement, Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2010), <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel->

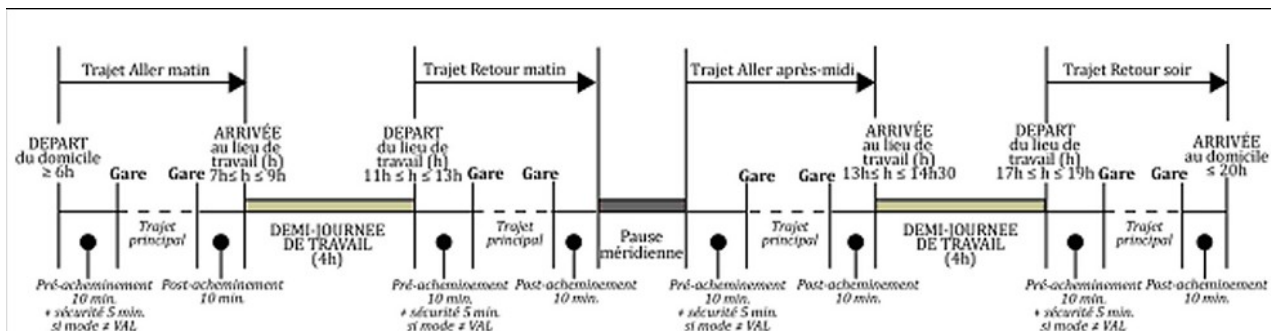


Illustration 84. Paramètres des déplacements d'une journée de travail avec pause méridienne (Conesa 2012)

Conesa a poursuivi la démarche en étendant les contraintes des allers-retours quotidiens en transports collectifs pour une journée de travail comportant une pause méridienne⁸⁸⁰.

Sur la base de ces travaux la recherche s'est poursuivie dans deux directions. D'abord, avec un financement du ministère des transports, nous avons mené l'étude de l'utilisation potentielle de cet indicateur dans les démarches d'évaluation de projet de transport. Ce travail a permis essentiellement de creuser les filiations de ces indicateurs avec les travaux pionniers de la *time-geography*. La synthèse de cette investigation réalisée en 2010 et 2011 constitue la trame de toute cette partie sur les indicateurs du potentiel de contact. D'autre part, l'évaluation de projet suppose d'injecter dans la base de données un nouvel état

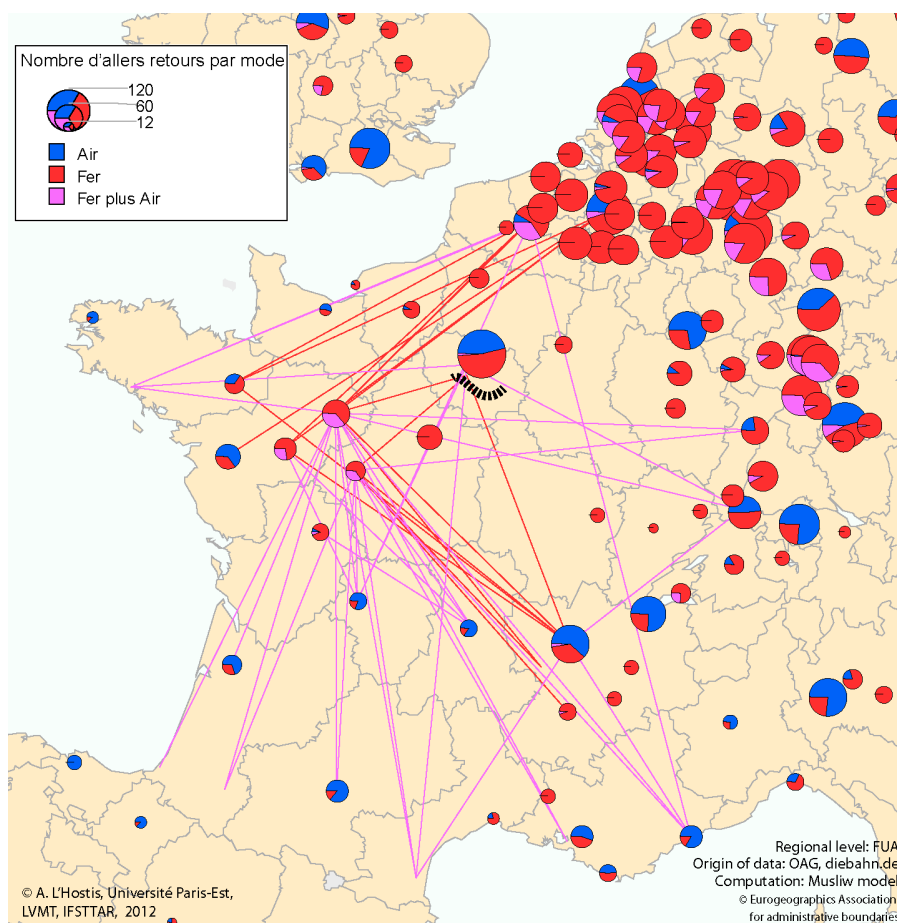


Illustration 85. Nombre de villes contactables avec l'interconnexion sud TGV Île-de-France et détail des Allers-Retours empruntant la nouvelle infrastructure (L'Hostis 2014)

du système de transport. Cet exercice a été mené sur deux projets de ligne à grande vitesse : le contournement sud des TGV en Île-de-France et le prolongement de la ligne à grande vitesse Tours-Bordeaux.

La carte ci-contre montre les nouvelles relations qui seraient rendues possibles par le contournement sud passant à Orly⁸⁸¹, projet dont nous avons évoqué l'intérêt que lui portent les régions de l'ouest

00544233.

880 Alexis Conesa, « Accessibilités et discontinuités spatio-temporelles multiscalaire en Nord—Pas-de-Calais. Une région carrefour au territoire fragmenté? », *Territoire en mouvement*, n° 16 (2012): 18-37.

881 Pour cette application nous avons retenu une liste des principales métropoles européennes issue des travaux de l'ESPON (IGEAT, LATTIS, et IGSO 2007).

français⁸⁸². Ouvrant une nouvelle intermodalité fer-air, on aurait pu penser que les grandes villes de l'ouest, Rennes et Nantes, en tireraient profit. Or ce n'est pas le cas, car ce sont les villes secondaires qui pallient leur faible desserte aéroportuaire par ce complément d'accès à grande vitesse vers Orly. Comme Orly est un aéroport essentiellement national, la portée de ces nouveaux contacts au départ et à destination de villes comme Tours, Le Mans ou Angers reste confinée à l'Hexagone. Cependant, l'apport de cette connexion améliorée vers la plate-forme aéroportuaire d'Orly est en mesure de procurer des améliorations substantielles du potentiel de contact pour ces villes secondaires de l'ouest français.

Comme on l'a vu le domaine d'application des indicateurs de la contactabilité est très largement concentré sur la mobilité sur une seule journée. On trouve chez Erlandsson des tentatives d'intégrer des déplacements comportant une nuitée, mais pas de calcul effectif.

Dans le cadre d'une volonté largement partagée dans la communauté scientifique, d'étendre l'analyse de la mobilité au-delà des catégories principalement étudiées que sont les déplacements quotidiens pour motif travail, on peut se poser la question de l'intérêt et de la faisabilité d'une extension du domaine d'application de ces indicateurs.

Comme on a pu le constater lors de la mise au point des indicateurs à l'échelle européenne dans le programme ESPON, concevoir un indicateur de bonne qualité suppose que celui-ci soit suffisamment discriminant entre les différentes situations, et que l'aspect arbitraire des seuils soit réduit au minimum. S'agissant d'une mesure de la position géographique, le caractère discriminant vise à construire un indicateur qui ne tende pas considérer que toutes les localisations se valent. Or la construction d'un chemin minimal horaire au travers de l'espace européen montre que les modes rapides permettent d'atteindre assez rapidement une très large partie du territoire. Ce sont les contraintes d'un aller-retour à journée, c'est-à-dire les contraintes de quotidienneté, qui permettent de filtrer l'ensemble des chemins possible pour produire un indicateur à la fois signifiant et discriminant.

Les ajustements successifs des paramètres au travers de l'extension de la plage utile dans la journée de 5-22 h à 6-23 h ont montré la sensibilité de l'indicateur. Nous avons testé la mesure du nombre de liens possibles en assouplissant les contraintes, sur un trajet pouvant nécessiter une nuitée sur place entre 129 AUF⁸⁸³ correspondant à 248 nœuds de transport gares et aéroports.

Durée disponible à destination	6h	0h	-6h*
Nombre d'allers-retours	9 307	39 975	58 812
Proportion du total des 76 500** chemins obtenus permettant l'aller-retour	12 %	52 %	77 %

* Cette durée négative implique la nécessité d'une nuit sur place pour dégager du temps pour une activité

** Ce nombre est supérieur à la combinatoire des nœuds de transport considérés $248 \times 248 = 61\,504$ à cause des multiples combinaisons intermodales.

Tableau 8. Test de sensibilité du filtrage des chemins : les difficultés de l'extension aux nuitées (L'Hostis 2014)

Ce test de sensibilité montre que le caractère discriminant de l'indicateur disparaît assez rapidement avec l'assouplissement du temps disponible à destination dans le cadre d'un trajet avec nuitée. Dit autrement, cela signifie que la part d'allers-retours réalisables s'approche du maximum théorique. Ce trajet est réalisable sur presque tous les couples de villes. En Europe toute ville est accessible à presque toute autre, à condition de passer une nuit sur place. Ainsi l'indicateur des allers-retours deviendra non discriminant pour la mesure de l'accessibilité.

Cette conclusion sur les nuitées vaut à fortiori sur les week-ends. Notons à ce sujet une difficulté supplémentaire dans l'accès aux données, en effet la base construite pour ESPON est basée sur un jour type de la semaine. L'offre sur les jours de la semaine et du week-end n'a pas été recueillie, empêchant le test de l'indicateur sur la période du week-end. C'est donc dès le recueil des données qu'il faut prévoir ce type de développement.

882 Dans la partie intitulée « Seconde affirmation : le détour est le plus souvent une recherche d'optimisation », page 112.

883 Aires Urbaines Fonctionnelles considérées dans le projet ACME pour la DATAR en 2011.

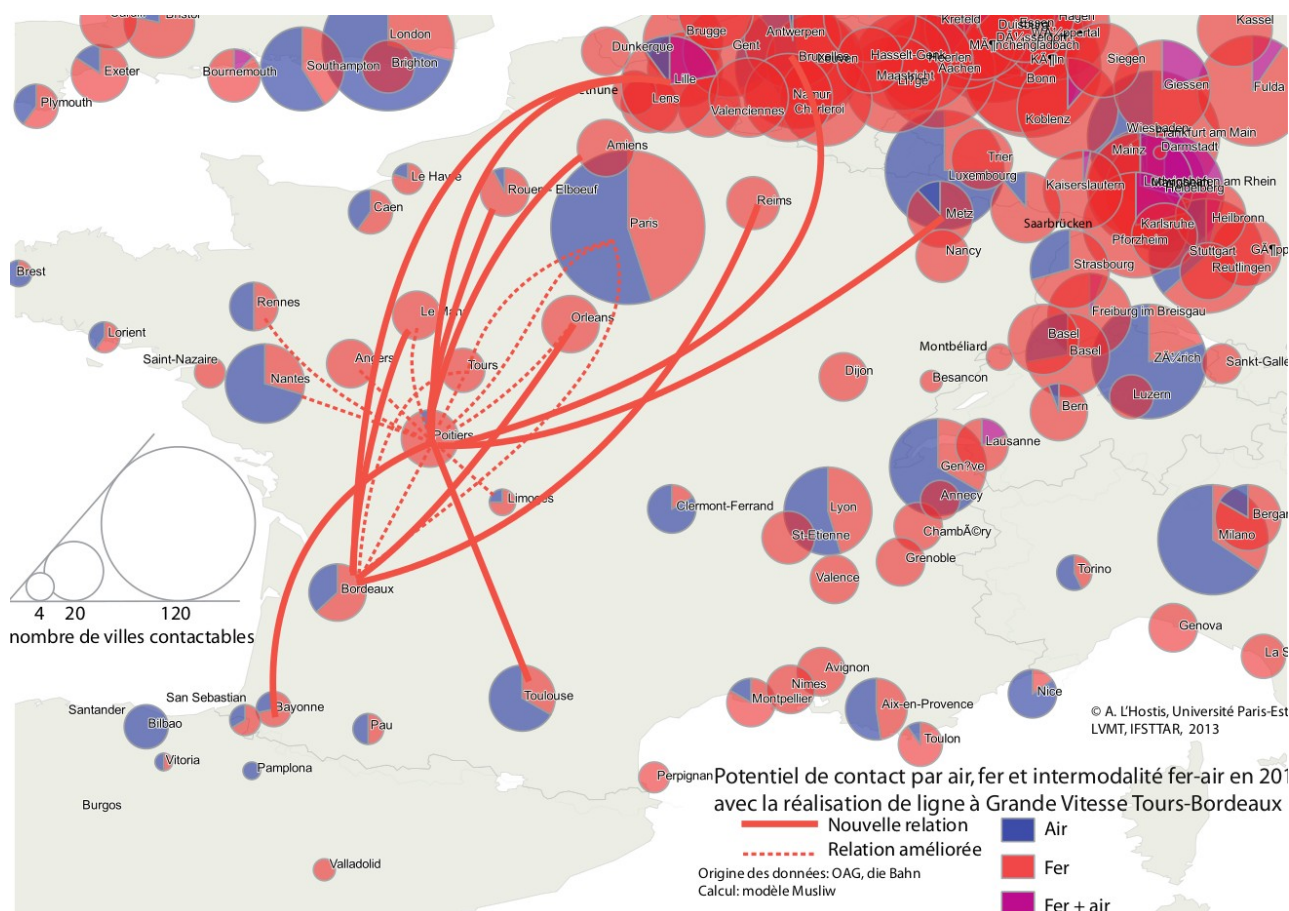


Illustration 86. Evolution du potentiel de contact avec l'ouverture prévue en 2017 de la ligne ferroviaire à grande vitesse Tours-Bordeaux (L'Hostis 2013)

Ultime étape en date dans ce parcours, nous avons été amenés à tester l'utilisation de ces indicateurs avec des acteurs territoriaux impliqués par la réalisation de la ligne ferroviaire à grande vitesse entre Tours et Bordeaux. Inscrit dans une action européenne COST, nous avons monté un atelier en 2013 réunissant des acteurs opérationnels des réseaux ferroviaires, des acteurs du projet de transport et des acteurs territoriaux appartenant aux villes et collectivités traversées par la ligne. Les résultats de ces échanges indiquent que ces indicateurs peuvent apporter des informations pertinentes pour réfléchir aux stratégies territoriales des villes et des territoires touchés par le projet. Les mesures permettent de savoir quel sera le niveau d'ouverture métropolitaine des principales villes, mais aussi celui des villes de taille plus réduite bien placées sur le trajet de l'infrastructure. Les liens qui se développent peuvent indiquer des axes de coopération existants à développer, ou potentiels à activer.

Des travaux inspirés des applications du potentiel de contact développées à l'Ifsttar

Plusieurs travaux se sont basés sur les résultats obtenus, ou bien se sont explicitement inspirés de la méthode mise au point. Nous les présentons ici.

À l'intérieur du programme ESPON, l'institut fédéral allemand pour l'aménagement du territoire (BBR) a piloté la réalisation d'un travail de synthèse en exploitant les résultats des projets thématiques réalisés dans le cadre du programme⁸⁸⁴. Parmi les cartographies les plus avancées pour la réflexion territoriale européenne figure un essai de définition des zones de coopération européennes. Les indicateurs de mesure du potentiel de mise en réseau, associé à d'autres indicateurs d'accessibilité et de mesure des attributs urbains, ont été utilisés par le BBR allemand⁸⁸⁵ pour proposer des espaces de coopération impliquant plusieurs métropoles.

La représentation ci-contre propose une définition d'espaces de coopération territoriale en Europe. Notons sur cette carte l'utilisation d'un indicateur de lien produit dans le cadre du calcul des potentiels de contact à l'Inrets. On peut constater sur la carte que le regroupement des villes s'est en effet opéré en grande partie sur la base de la mesure des temps de vols aérien d'une heure ou moins. Ceci signifie que, indépendamment du contenu thématique des échanges, qu'ils soient industriels, universitaires ou autres, la possibilité

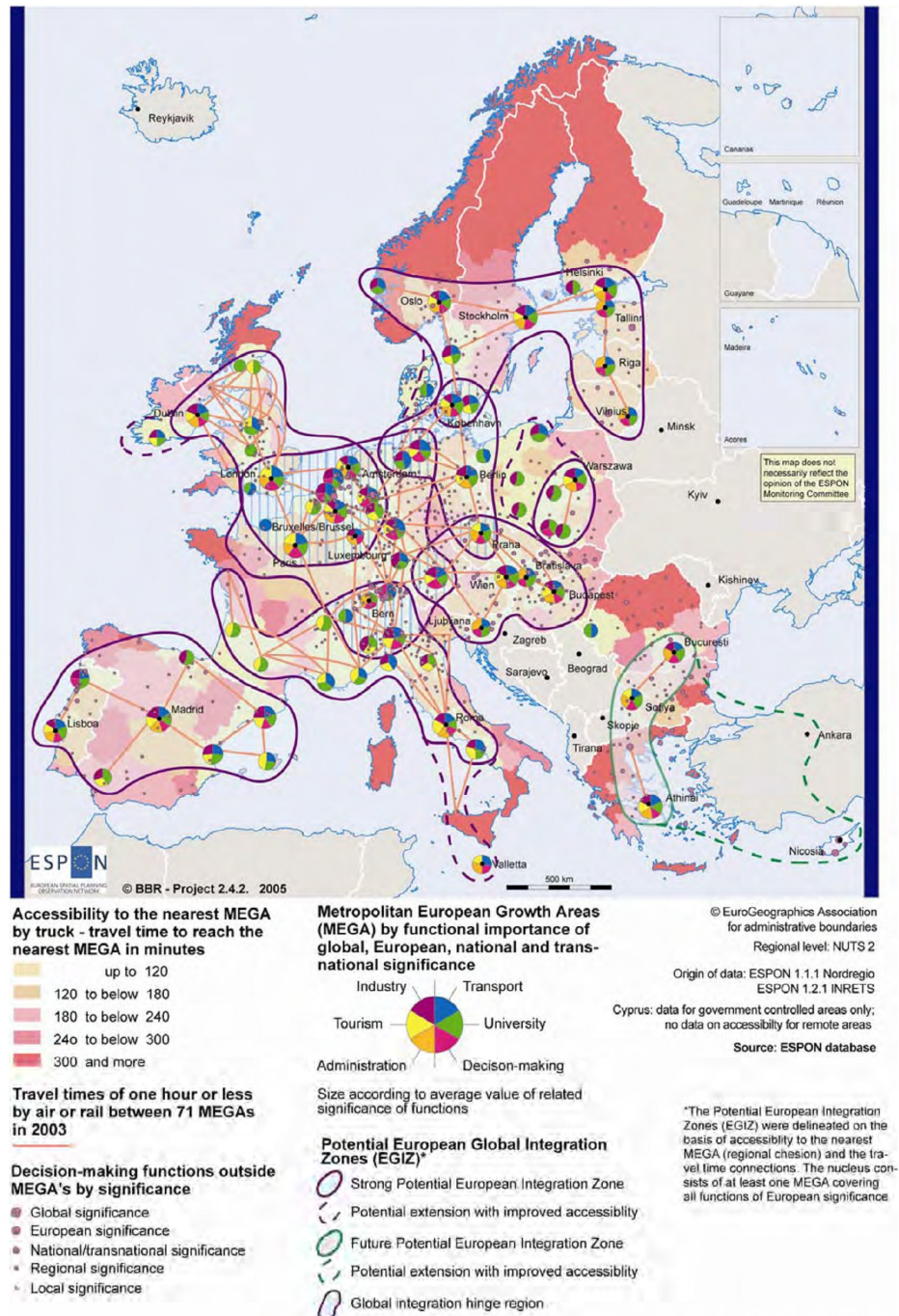


Illustration 87. Le potentiel de polycentrisme en Europe vu par le BBR (ESPON et BBR 2006)

884 ESPON et BBR, *ESPON atlas, Mapping the structure of the European territory*.

885 Ibid.; BBR, *Integrated analysis of transnational and national territories based on ESPON results* (ESPON, 2006), http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_ScientificPlatform/Menu_MapUpdates/accessibility.html.

même de l'échange saisie au travers l'indicateur du potentiel de contact est un facteur décisif pour déterminer des espaces de coopération territoriale.

Des travaux menés à Munich par les universitaires de la TUM⁸⁸⁶ pour le compte de la région métropolitaine de Munich reprennent explicitement l'indicateur de la contactabilité développé par l'Isttar dans les projets ESPON. Les chercheurs construisent une analyse du potentiel de contact au départ et à destination de la région de Munich.

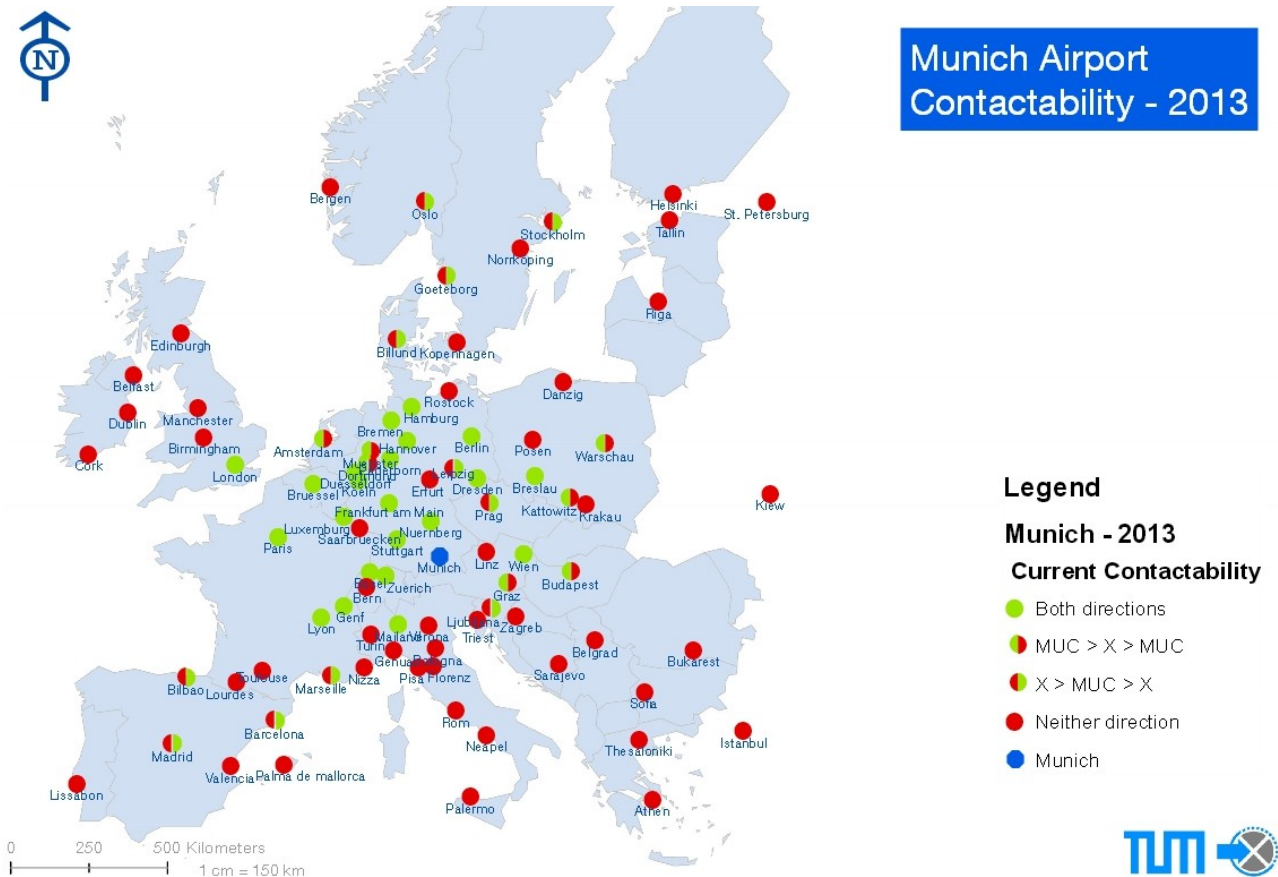


Illustration 88. Le potentiel de contact aérien de Munich en 2013 (Büttner et al. 2010)

L'indicateur est calculé pour le mode aérien seul au départ de l'aéroport de Munich.

Les paramètres utilisés pour l'identification des allers-retours sont très directement et explicitement inspirés des paramètres que nous avons sélectionnés dans le cadre du projet ESPON FOCI⁸⁸⁷. La carte figure les villes contactables à la journée et distingue les cas de relations unidirectionnelles, c'est-à-dire dissymétriques.

ab 7:00		1:00 h	≥ 6 h	1:30 h	bis 22:00	
Startort	Hinflug	Transfer vom Flughafen zum Ziel	Aufenthalt am Zielort	Transfer vom Ziel zum Flughafen	Rückflug	Startort

Illustration 89. Les paramètres des allers-retours du potentiel de contact de Munich (Büttner et al. 2010)

Enfin, des travaux récents d'une équipe espagnole portent sur le potentiel de développement touristique des lignes ferroviaires à grande vitesse pour des allers-retours à la journée à motif de loisir⁸⁸⁸.

886 Benjamin Büttner et al., *Ein Erreichbarkeitsatlas für die Europäische Metropolregion München* (Europäische Metropolregion München, TUM, 2010).
887 Lennert et al., *Future Orientations for Cities final report*.
888 José Maria Coronado et al., « Assessing the spanish HSR network utility for tourims », *Recherche Transports Sécurité*, 2014, 31.

L'organisation du système de transport permet de proposer des excursions à la journée vers des villes patrimoniales à des touristes qui restent basés dans une ville centrale bien située sur le réseau des trains à grande vitesse. Comme le motif de déplacement est de type loisir, les contraintes temporelles ne sont pas les mêmes que pour un motif professionnel. Les chercheurs ont retenu les aller-retours arrivant sur place aux alentours de 9h avec un retour partant de la ville visitée après 20h, ce qui laisse une journée entière consacrée à la visite. L'indicateur, calculé sur 22 villes, produit une mesure du potentiel de contact qui prend un sens important pour les villes de résidence et pour les villes de destination des excursions.

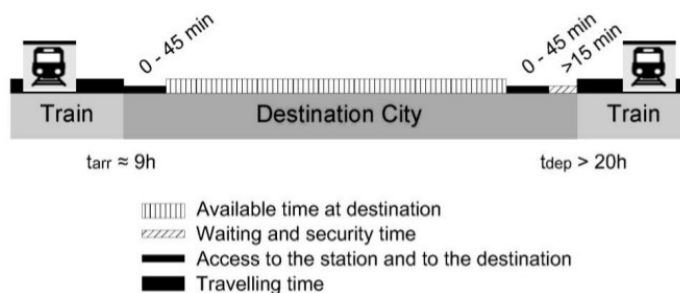


Illustration 90. Les paramètres du potentiel de contact touristique de (Coronado et al. 2014)

Perspectives

L'étude du potentiel de contact constitue un outil de mesure complémentaire de l'accessibilité classique pour mieux comprendre la « position géographique » des objets urbains dans l'ensemble territorial, identifier les maillons manquants du système de transport pour cibler les interventions, et enfin pour contribuer à la définition d'espaces de coopération inter-métropolitains.

Les perspectives ouvertes pour le développement de cet indicateur sont de deux ordres. Il s'agit d'abord d'étendre le domaine d'application sur d'autres terrains d'investigation, d'autres projets de transport, d'autres problématiques territoriales et urbaines. Ensuite il est question de confronter les mesures du potentiel de contact avec des usages observés et des stratégies urbaines.

Les distances entre villes représentent un élément essentiel dans la constitution de réseaux urbains, une des grandes problématiques actuelles de l'aménagement du territoire. Ces longues distances ont besoin de grandes vitesses : tirer parti des opportunités et des contraintes des différents modes de transport est d'une importance capitale pour les stratégies territoriales.

Encart 11

Dans la première direction nous proposons de prolonger les investigations et la mise en œuvre des bases de données à l'échelle globale, en intégrant l'intermodalité avec le mode ferroviaire à grande vitesse, qui notamment au Japon et en Chine, intervient dans des réseaux urbains de grande taille. Il s'agit alors de mesurer l'extension spatiale des réseaux de relations quotidiennes à l'échelle des grands bassins économiques mondiaux, et de confronter l'organisation spatiale et l'organisation des transports à ces échelles continentales, aux États-Unis, en Europe et en Asie.

Il est très difficile de trouver des données précises sur la mobilité inter-urbaine à motif professionnel. Il serait utile de développer des recherches en ce sens avec des économistes et des sociologues, dans le but d'asseoir les analyses issues du potentiel de contact sur la base d'observations de comportements de mobilité.

Enfin, une investigation sera effectuée pour tester si et comment une collectivité mobilise le potentiel de contact pour construire une stratégie de coopération métropolitaine. Cette investigation pourrait être réalisée au travers de l'analyse des documents de planification stratégique et au travers d'interviews d'acteurs. Le cas de Bordeaux, étudié dans le cadre de l'extension de la ligne ferroviaire à grande vitesse, serait particulièrement intéressant à analyser car l'espace-temps et le potentiel de contact de la ville est appelé à connaître de profondes transformations : comment intégrer ces changements dans la stratégie métropolitaine ?

Les distances dans la ville : un urbanisme des transports collectifs

On a abordé au-dessus les problèmes de la ville d'aujourd'hui⁸⁸⁹. Construite largement pour l'automobile, celle-ci souffre d'un ensemble de maux qui découlent pour une grande part de cette association univoque entre développement urbain et automobilité.

Pour corriger cet état de fait, l'action urbaine cherche des modèles alternatifs. Parmi ceux-ci figure l'idée d'un urbanisme des transports collectifs. Comment repenser la ville autour de modes alternatifs à la voiture que sont le chemin de fer et les transports urbains, mais aussi la marche et le vélo ? Il ne s'agit pas d'une orientation structurée par de nouvelles technologies, car les techniques de transport en question ont été inventées au 19^e siècle. Il s'agit de faire ou de refaire la ville d'aujourd'hui autour de ces moyens de transports modernisés, mais fondamentalement éprouvés et connus.

L'urbanisme orienté vers le rail

En Europe, les modèles urbains articulés autour de modes de transport collectifs ont dans les années récentes fait appel de manière privilégiée au mode ferroviaire. Emblématique de cette orientation, le tramway à la française, est un modèle établi dans les années 1980 qui a essaimé dans les villes françaises de manière significative⁸⁹⁰. Le mode ferroviaire lourd est aussi vu comme une possible épine dorsale dans des grands bassins métropolitains comme l'Île-de-France et son Réseau Express Régional, ou les modèles allemands du S-Bahn comme à Berlin ou à Francfort.

Il s'agit de mettre en relation le développement de la ville avec celui du mode de transport ferroviaire. Le projet s'inscrit dans la perspective plus générale du développement d'une forme urbaine moins dépendante de la voiture, qui suppose une plus grande compacité urbaine, une plus grande densité, une plus grande mixité des fonctions et la requalification des espaces publics.

Les analyses de la relation entre forme urbaine et transport admettent l'idée que l'articulation entre les politiques de transport et les politiques d'aménagement, constitue la clé principale d'un développement urbain durable⁸⁹¹, devant la seule amélioration des transports publics ou la réduction de la place et de l'usage de la voiture⁸⁹². Les analyses des expériences des villes d'Europe mettent en avant les difficultés de mise en œuvre de la coordination des politiques de transport et d'urbanisme : questions institutionnelles, incohérences dans la définition des objectifs, télescopage des échelles spatiales⁸⁹³. En effet, le développement de projets urbains s'appuyant sur le mode ferroviaire suppose la mobilisation et la coordination d'un large ensemble d'acteurs ; le partenariat doit jouer un rôle essentiel⁸⁹⁴.

889 Dans la partie « Automobilité et crise urbaine », page 19.

890 Harman, L'Hostis, et Menerault, « Public transport in cities and regions: facing an uncertain future? ».

891 Luca Bertolini, Frank Le Clercq, et Loek Kapoen, « Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward », *Transport Policy* 12, n° 3 (2005): 207-220.

892 Pierre Laconte, « Villes et transport, l'expérience globale », *Transport Public International* 4 (1999): 54-57.

893 Bernard Jouve, *Les Politiques de déplacements urbains en Europe, l'innovation en question dans cinq villes européennes* (Paris: L'Harmattan, 2003); Kaufmann et al., *Coordonner transports et urbanisme*; Schwanen, Dijst, et Dieleman, « Policies for urban form and their impact on travel »; Hélène Pretsch et al., *Enseignements du projet Bahn.Ville* (Arcueil/Lyon: INRETS/CERTU, 2005); Wendy Tan, « Pursuing transit-oriented development: Implementation through institutional change, learning and innovation », 2013, <http://dare.uva.nl/record/459133>.

894 G. Klaer Blanchard, « L'Elaboration des PDU et la desserte ferroviaire », in *Le Développement du transport ferroviaire et les plans de déplacements urbains* (Paris: Presses des Ponts et Chaussées, 1999), 3-18; B. Puccio et G. Wulforth, « Vers un renouvellement des modes de coopération », *Dimension villes et territoire*, 2005, 4-5.

Les enjeux de l'urbanisme orienté vers le rail pour les villes européennes sont saisies dans l'exemple du quartier de la gare du Chambon-Feugerolles étudié dans le projet Bahn.Ville 2 et figurant sur la photographie ci-contre⁸⁹⁵. La ligne ferroviaire a été modernisée et la gare s'inscrit entre le noyau urbain du centre-ville et un quartier d'habitat social. Comme le mode ferroviaire a été implanté en grande partie pour desservir les établissements industriels au 19^e siècle, on distingue les friches issues de ces activités. On voit ici le potentiel que représentent ces espaces pour le renouvellement urbain : leur reconversion pour des activités économiques ou pour des usages plus urbains et mixtes et leur localisation favorable pour l'accès au système de transport ferroviaire, alternative à la voiture pour la desserte du bassin de vie de l'agglomération de Saint-Étienne, en font des espaces stratégiques pour un développement de la ville sur elle-même.



Illustration 91. Le potentiel de redéveloppement de la ville sur elle-même autour du rail, l'exemple du Chambon-Feugerolles (L'Hostis et al. 2009)

Aujourd'hui, en France et en Europe⁸⁹⁶, le mode ferroviaire est donc bien le mode alternatif à la voiture le plus largement admis comme structurant, ou pouvant structurer, les espaces urbains. Cependant il existe une conception élargie de cette idée et reconnue dans la communauté scientifique internationale ; nous allons l'exposer maintenant.

L'urbanisme des transports en commun, une traduction du Transit Oriented Development

Le modèle du développement urbain basé sur les transports en commun est aujourd'hui connu dans la communauté scientifique internationale sous le vocable américain du *Transit Oriented Development*. La définition la plus communément admise du TOD est celle d'un développement urbain mixte, au sens des fonctions urbaines, et modérément dense, entourant les arrêts de transport en commun, dans un objectif de favoriser l'usage des transports publics, de la marche à pied, du vélo et des autres alternatives à la voiture⁸⁹⁷. Cervero insiste sur l'idée que les quartiers TOD ne sont pas seulement situés à proximité des transports en commun, ils sont réellement orientés vers les points d'accès au système de transport, en particulier au travers d'une attention poussée pour les espaces publics et la marche à pied. Dans le cas des espaces publics autour des arrêts du métro de Hong-Kong, l'effort porté sur l'esthétique, sur l'idée de lieu plutôt que celle de nœud, sur la qualité des accès piétons, a procuré un accroissement de l'usage du système de transport public de l'ordre de 20 %⁸⁹⁸. Pour compléter cette définition il faut exprimer l'idée que le TOD est une approche multi-

⁸⁹⁵ L'Hostis et al., *Concevoir la ville à partir des gares, Rapport final du Projet Bahn.Ville 2 sur un urbanisme orienté vers le rail*.

⁸⁹⁶ Paola Pucci, « Interconnexion et rôle des nœuds d'infrastructures : du sectoriel au général », *Flux* 15, n° 38 (1999): 30-38, doi:10.3406/flux.1999.1289.

⁸⁹⁷ Robert Cervero, « A Panorama of TOD, principles and experiences » (présenté à BUFTOD, Marne-la-Vallée, 2012).

⁸⁹⁸ Robert Cervero et Jin Murakami, « Rail+ Property Development: A model of sustainable transit finance and urbanism », 2008, <http://escholarship.org/uc/item/6jx3k35x.pdf>.

échelles : le TOD n'est pas réductible à l'enjeu de l'aménagement des quartiers environnant les arrêts de transport collectif, mais il concerne aussi les réflexions liant développement urbain et système de transport collectif à l'échelle de corridors ou de lignes, et aussi à l'échelle des régions urbaines et de leurs réseaux de transport en commun⁸⁹⁹.

L'origine du concept est attribuée à la rencontre entre Calthorpe, urbaniste et de Cervero, spécialiste d'économie et de géographie urbaine. Calthorpe défend d'abord l'idée, pour les extensions urbaines, du développement de quartiers mixtes, structurés par la marche à pied, comportant la diversité des principales fonctions urbaines. Suite à un échange avec Cervero, Calthorpe adjoint à son modèle la présence d'un arrêt du système de transport en commun pour pouvoir mettre en réseau ces espaces de développement urbain, et pour soutenir un système de déplacement alternatif à l'automobile⁹⁰⁰. C'est le modèle du TOD tel qu'il est présenté dans l'ouvrage de Calthorpe en 1993. On notera au travers de cette genèse que le concept de TOD trouve son origine dans le monde de l'urbanisme et de l'architecture, et non pas dans le domaine des transports. Ces réflexions ont été développées en lien avec un mouvement urbanistique d'origine étasunienne, le *new urbanism*, qui pour promouvoir une forme urbaine alternative à l'étalement automobile, a mis en avant les vertus de la rue héritée de l'histoire urbaine en particulier européenne⁹⁰¹. Aujourd'hui le TOD peut être considéré comme un des outils du *new urbanism*, mais en tant que concept il possède une autonomie propre. Le TOD est devenu un des principaux concepts de l'urbanisme aux États-Unis⁹⁰², et tout un pan de recherche monte aujourd'hui en puissance sur ce thème.

Sur le plan de l'efficacité de la mise en œuvre le TOD, en favorisant l'accès et l'utilisation des alternatives à l'automobile est supposé conduire à la réduction de l'usage de celle-ci. Aux États-Unis, une étude sur 17 quartiers TOD a montré une diminution de moitié du nombre de déplacements effectués en voiture par rapport à la moyenne globale observée⁹⁰³. D'autres études confirment cette tendance avec par exemple 30 % de déplacements en moins dans les quartiers TOD dans le cas de Washington⁹⁰⁴. Il existe donc des éléments de preuve de l'effet de ce type de développement urbain sur la réduction de l'usage de la voiture.

Pour illustrer le contexte dans lequel le modèle du TOD se déploie aujourd'hui, nous proposons de synthétiser les liens entre modes de transport et forme urbaine à partir de quatre paramètres. Ceux-ci décrivent l'effet des modes de transport sur la forme urbaine et la caractérisation de l'espace-temps produit par les moyens de transport. Tout comme la forme urbaine produite à l'époque médiévale, essentiellement déterminée par les caractéristiques de la marche à pied, perdure partiellement dans la ville actuelle, les modes de transport dominant chaque époque sans effacer totalement les autres. Mais chaque mode, avec sa portée de référence et les nuisances qu'il génère, produit des formes urbaines aux caractéristiques très différentes. Nous avons ordonné dans le tableau suivant les modes de transport et les paramètres urbains selon la vitesse de plus en plus élevée que ceux-ci permettent.

899 Robert Cervero, *The Transit Metropolis, a Global Inquiry* (Washington: Island Press, 1998).

900 Peter Calthorpe, *The next American metropolis: Ecology, community, and the American dream* (Princeton Architectural Press, 1993).

901 Cliff Ellis, « The new urbanism: Critiques and rebuttals », *Journal of Urban Design* 7, n° 3 (2002): 261-91.

902 Dick Nelson et John S. Niles, « Market Dynamics and Nonwork Travel Patterns; Obstacles to Transit-Oriented Development? », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1669, n° 1 (1999): 13-21.

903 G. B. Arrington et Robert Cervero, *Effects of TOD on Housing, Parking, and Travel*, TCRP Report, 2008, <http://www.reconnectingamerica.org/assets/Uploads/finalreporttcrp128.pdf>.

904 Arsalan Faghri et Mohan Venigalla, « Measuring Travel Behavior and Transit Trip Generation Characteristics of Transit-Oriented Developments », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2397 (1 décembre 2013): 72-79, doi:10.3141/2397-09.

Modes de transport	Polarise la forme urbaine	Espace public vivable	Grandes vitesses	Espace-temps d'une heure
Marche	-	++	-	5 km
Vélo	-	+	-	20 km
Transports urbains	+	+	-	20 km
Route	+	- -	+	80 km
Ferroviaire	+	++	++	200 km
Aérien		-	+++	500 km

Tableau 9. Les rapports entre modes de transport et urbanité (L'Hostis 2014)

La polarisation de la forme urbaine décrit le caractère plus ou moins uniforme de celle-ci. La marche tend à produire une forme urbaine de densité uniforme, tandis que les modes mécanisés, par la plus grande portée et la discontinuité de la desserte, tendent à structurer les tissus urbains autour des réseaux, organisant des espaces de hautes et de faibles densités.

Le caractère vivable de la forme urbaine rend compte de deux dimensions non totalement déconnectées les unes des autres, qui sont la possibilité de l'interaction des individus dans la ville, dans ses espaces publics, ses voiries essentiellement, qui croît avec la densité, et la façon dont les activités urbaines s'accommodent des nuisances produites par le transport. Les appréciations portées dans le tableau sont formées par une synthèse de ces deux dimensions. Les trottoirs, parvis et places où la marche s'inscrit, sont autant d'espaces publics favorables aux interactions sociales. Les voiries routières, au contraire, suivant le principe du monopole radical dénoncé par Illich, tendent à exclure tout autre usage, réduisant les espaces possibles de l'interaction. Les modes de transport mécanisés collectifs, train, transports urbains et avion, ont besoin de point d'accès, gares, stations et aéroports qui sont autant de lieux de forte possibilité d'interaction sociale. Le mode de transport routier crée des espaces de sociabilité spécifiques comme les aires d'autoroutes ou les centres commerciaux de périphérie, mais il apporte dans les villes des nuisances, des coupures ur-

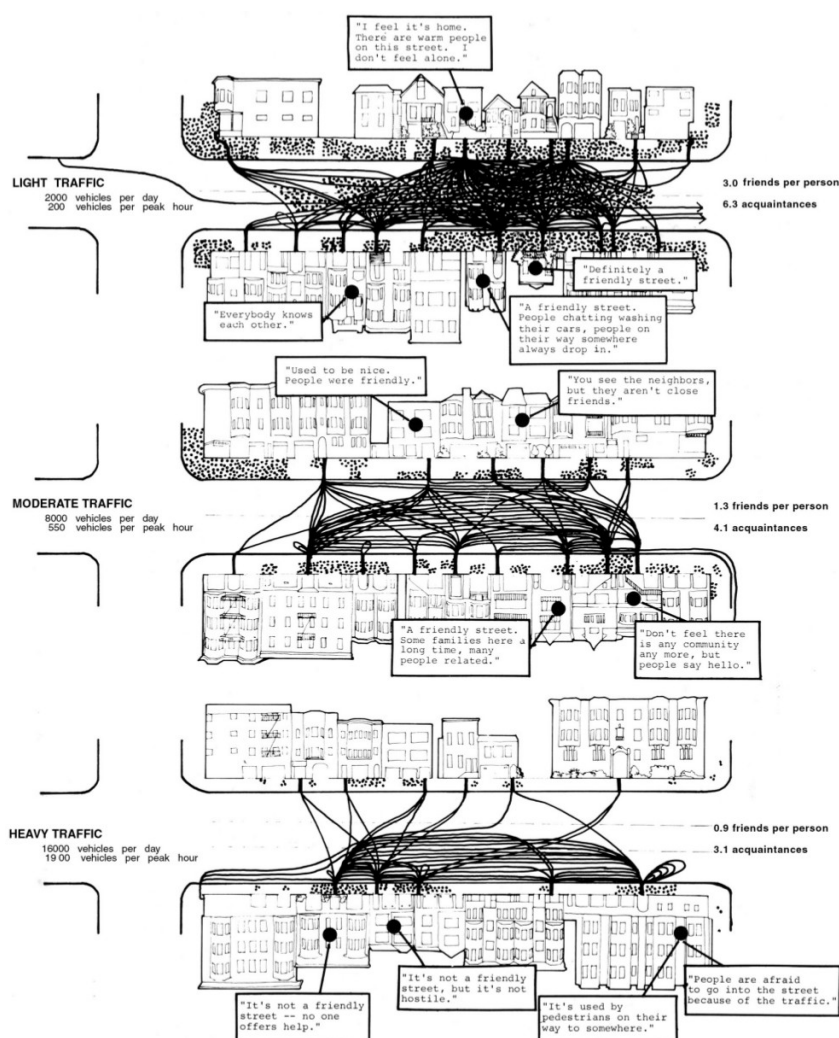


Illustration 92. Les possibilités d'interactions sociales dans la rue baissent quand le trafic automobile croît (Appleyard 1980, 21)

baines, une certaine stérilisation de l'espace public au détriment des possibilités d'interactions sociales⁹⁰⁵. Ceci explique sa contribution négative à la constitution d'espaces publics vivables.

Dans ce paysage, le mode ferroviaire possède des propriétés particulières qui en font un moyen tout à fait envisageable dans le développement urbain de demain. Dans l'histoire urbaine, l'irruption du mode ferroviaire, faisant accéder la société occidentale à une mobilité de masse sans précédent, est devenu le plus puissant facteur de densification des villes⁹⁰⁶. Aujourd'hui, le mode ferroviaire est le seul mode qui soit à la fois capable de développer l'urbain au sens de la polarisation de la forme urbaine et aussi au sens d'un développement d'un espace public viable et qui soit capable de projeter à grande vitesse, dans la longue distance. Les gares sont vues comme un des espaces sociaux les plus complexes⁹⁰⁷. La gare est un « lieu de mise en relation »⁹⁰⁸.

On reconnaît en urbanisme, en réaction à l'observation de la croissance d'une forme urbaine exclusivement tournée vers l'automobile, les vertus d'une diversité des choix modaux pour les habitants⁹⁰⁹. La multiplicité des modes de transport, voiture, marche, transports publics urbains, train, avion, est donc une idée forte de l'urbanisme contemporain. La politique du partage de la voirie est emblématique de cette approche. Si on se réfère à l'histoire des transports et à l'étude des villes actuelles, on peut formuler l'hypothèse que cette complexité du système de transport est là pour durer. Cette réflexion amène à écarter le fantasme de la recherche du mode unique et universel de déplacement. En suivant ce raisonnement, dans une ville actuelle dominée par l'usage de la voiture, l'urbanisme devrait chercher à soutenir les alternatives – les transports en commun – et les autres modes – vélo, marche à pied – tout en laissant la possibilité à la voiture de circuler.

Pour terminer cet exercice de définition du TOD nous présentons un des enjeux méthodologiques importants qui réside dans la définition des périmètres d'intervention privilégiés autour des arrêts du système de transport en commun. Pour Bertolini⁹¹⁰ deux approches sont possibles, soit par l'analyse des coûts du foncier, soit par l'analyse de la mobilité. L'effet d'une gare sur les prix du foncier en Hollande est prouvé jusqu'à une distance de l'ordre de 700 m pour les activités, tandis que pour le logement l'effet est plus lointain⁹¹¹.

La mesure la plus communément admise est la valeur de 10 minutes d'un *périmètre marchable*⁹¹². Pour définir ce périmètre il faut utiliser une vitesse moyenne pour la marche à pied. La vitesse retenue pour la marche en tant que mode déplacement dans la littérature est le plus souvent cinq kilomètres par heure⁹¹³, parfois légèrement plus⁹¹⁴. La vitesse retenue est plus rarement quatre comme dans le réseau pédestre de la ville de Genève⁹¹⁵, ou dans une étude du calcul a posteriori des vitesses dans les enquêtes ménages⁹¹⁶. Si l'on considère la valeur de 4,3 km/h retenue par les services de la

905 Donald Appleyard, « Livable streets: protected neighborhoods? », *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science* 451, n° 1 (1980): 106-17.

906 Choay, « La mort de la ville et le règne de l'urbain », 28.

907 Dávid Bán, « The Railway Station in the Social Sciences », *Journal of Transport History* 28, n° 2 (2007): 289-581.

908 Jean-Marie Duthilleul, *Circuler, quand nos mouvements façonnent les villes*, Éditions Alternatives (Paris, 2012), 25, <http://www.editionsalternatives.com/site.php?type=P&id=1074>.

909 Lynch, *Good city form*, 191; Cervero, « A Panorama of TOD, principles and experiences ».

910 L. Bertolini et T. Spit, *Cities on rails: the redevelopment of railway station areas* (London: E & FN Spon, 1998).

911 Ghebreegziabihir Debrezion, Eric Pels, et Piet Rietveld, « The Impact of Railway Stations on Residential and Commercial Property Value: A Meta-analysis », *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 35, n° 2 (2007): 161-180, doi:10.1007/s11146-007-9032-z.

912 Bertolini et Spit, *Cities on rails: the redevelopment of railway station areas*.

913 *Étude comparative des temps de déplacement selon les modes* (Paris: Mairie de Paris, Direction de la voirie et des déplacements, 2007).

914 Vlastos mesure une vitesse de 5,3 km/h sur un trottoir large, et 4,9 km/h sur un trottoir étroit à Athènes (Thanos Vlastos, « Les limites de la marche », *Rech. Transp. Secur.* 2014, n° 01 (2014): 37-47.)

915 Lavadinho, « Le renouveau de la marche urbaine », 433.

916 Gascon et al., *Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements*, 24.

communauté urbaine de Lille en 1998⁹¹⁷, la valeur moyenne est donc située dans ce voisinage entre 4 et 5 km/h.

Si on examine les périmètres retenus dans les expériences d'observation, dévaluation et d'action autour des arrêts de transport en commun sur d'autres territoires on constate un lien fort entre le mode de transport, et donc le type de desserte, et l'étendue de l'aire d'influence. Ainsi on est amené à distinguer les valeurs suivantes⁹¹⁸ : 300 mètres pour le bus, 500 mètres pour le tramway et 700 mètres pour le métro.

Les quartiers définis à partir de ces valeurs et de ces mesures constituent les points focaux principaux des interventions urbaines du TOD ; rappelons cependant que le TOD relève d'une réflexion à toutes les échelles urbaines et englobe donc aussi le reste de la ville non incluse dans ces périmètres stratégiques.

Trois expériences significatives de TOD

Dans le paysage urbain mondial, mais aussi en termes de recherches internationales, le cas de la Hollande représente un ensemble d'expériences et de résultats de recherches digne du plus haut intérêt. Sans prétendre à l'exhaustivité, mais dans un but d'illustrer la problématique de l'urbanisme des transports en commun, nous allons détailler ici deux expériences hollandaises.

Commençons par un travail sur le tramway de La Haye⁹¹⁹. La question posée est celle de la pérennité de ce système de transport existant, dans un contexte de dégradation des finances publiques. On estime que la couverture des coûts d'exploitation du tramway est de l'ordre de 25 à 35 %, ce qui signifie que les usagers payent environ un tiers du coût du service. À budget public contraint, la hausse du nombre d'usagers est un moyen de soutenir la pérennité du transport public. Le travail des chercheurs a consisté à relier le fonctionnement de la ligne de tramway et la densité urbaine des espaces traversés. Le calcul et les simulations ont montré qu'une augmentation de la fréquence de deux services par heure sur la ligne suppose l'augmentation de 2 500 ménages dans le périmètre d'influence du tramway, et qu'une augmentation de la couverture des coûts de 5 % requiert l'introduction de 1 500 à 3 800 ménages dans la zone desservie. Ces objectifs de densification sont atteignables et ont fait l'objet d'études prospectives par des urbanistes. Il existe donc un potentiel d'amélioration de la *performance urbaine* du tramway à La Haye. Mais ce qui est le plus intéressant à relever dans cette expérience c'est le raisonnement qui relie développement urbain et développement du système de transport public.

L'autre expérience hollandaise très intéressante concerne la partie sud de la Randstad, incluant également La Haye, mais aussi Rotterdam, Leiden et Dordrecht⁹²⁰. À l'exception de Rotterdam, cette région a été largement ignorée par la desserte nouvelle de la ligne à grande vitesse de Bruxelles à Amsterdam. Le réseau ferroviaire national s'est retrouvé, en termes de desserte, déclassé en un réseau de niveau régional. Ce déclassement a largement contribué à une prise de conscience par les acteurs locaux de la nécessité de proposer une nouvelle utilisation de ce système de transport se retrouvant libéré d'une partie de sa capacité. C'est le point de départ du projet Stedenbaan, portant sur le territoire de 4 lignes ferroviaires et de 37 gares. Un des traits notables de l'expérience Stedenbaan est l'absence de gouvernance forte : le projet réunit 7 institutions locales de niveau urbain ou régional, l'État et trois opérateurs de transport. Il est largement admis que la consolidation de la gouvernance est un véritable enjeu pour la coordination entre l'urbanisme et le transport⁹²¹.

917 Ibid., 23.

918 CERTU, *Évaluation des transports en commun en site propre: indicateurs transport pour l'analyse et le suivi des opérations* (Lyon: CERTU, 1997).

919 Ekki Kreutzberger et Rob Konings, « Urban densification supporting intra-urban public transportation The case of The Hague » (présenté à BUFTOD, Marne-la-Vallée, 2012).

920 Karst T. Geurs et al., « Transit Oriented Development in the Randstad South Wing » (présenté à BUFTOD, Marne-la-Vallée, 2012).

Cependant, cet exemple montre que, contrairement à une idée très répandue⁹²², la mise en place d'une institution sur le périmètre du projet et disposant de la totalité des compétences requises, n'est pas un préalable indispensable pour pouvoir mettre en place une coordination entre urbanisme et transport de ce niveau.

Les autorités locales souhaitent voir augmenter les fréquences des trains que l'opérateur national fait circuler. L'opérateur, de son côté, a souhaité établir des objectifs de fréquentation préalables à toute augmentation de cette fréquence. En réponse, les autorités locales se sont engagées à densifier l'espace urbain dans les aires d'influence des gares. Pour cela, dans la planification urbaine, des objectifs de réalisation de logements ont été fixés : 40 % des nouveaux logements devaient être construits dans les aires d'influence des gares. Comme le niveau de réalisation sur la période 2006-2012 est de 45 % soit un dépassement de l'objectif fixé à 40 %, les autorités ont décidé de faire monter l'objectif pour la période suivante. Les logements réalisés et leur localisation en regard des aires d'influence des gares sont figurés sur la carte ci-contre. Les cercles proportionnels roses représentent les réalisations de logements, tandis

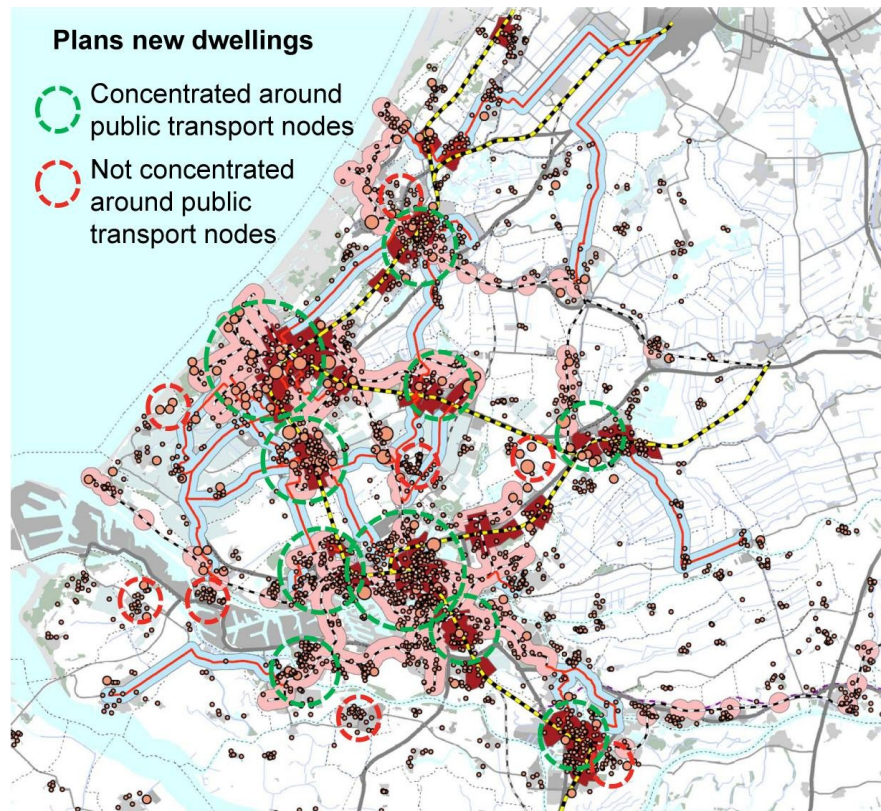


Illustration 93. Logement construits et périmètres d'influence des gares sur le territoire du projet Stedenbaan (Geurs et al. 2012)

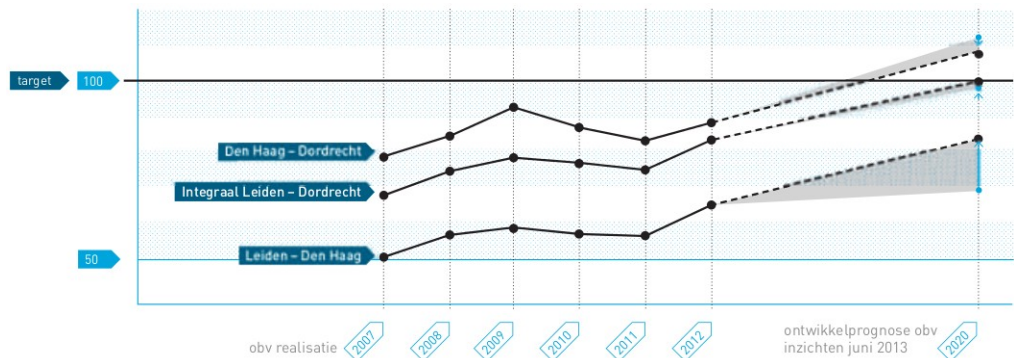


Illustration 94. Objectifs de fréquentation à atteindre pour passer de 4 à 6 trains par heure sur les lignes ferroviaires du projet Stedenbaan (Geurs et al. 2012)

921 Crystal Legacy, Carey Curtis, et Sophie Sturup, « Is there a good governance model for the delivery of contemporary transport policy and practice? An examination of Melbourne and Perth », *Transport Policy* 19, n° 1 (2012): 8-16.

922 Idée que l'on trouve par exemple exposée ici : Pauline Coiffard et Catherine Figuière, « Mobilité durable et "imbroglio" institutionnel : quelle compatibilité ? Le cas de l'agglomération grenobloise » (présenté à XXVIIIèmes journées du développement ATM 2012 Mobilités internationales, déséquilibres et développement : vers un développement durable et une mondialisation décarbonée ?, Orléans, 2012), <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00713065>; Julian Courteix, « Emboîtement de compétences relatives aux transports publics et frontières institutionnelles dans une agglomération multipolaire : le cas des Alpes-Maritimes. » (Université de Cergy Pontoise, 2013), <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00872815>; Marie-Christine Fourny et al., « Quelle gouvernance territoriale pour une urbanisation orientée par le rail dans les aires métropolitaines? Les leçons d'une expérimentation régionale » (présenté à Colloque ASRDLF 2013 'Cultures, patrimoines et savoirs à l'ère du numérique', Université Catholique de Louvain, Louvain, 2013), <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00965187>.

que les espaces desservis sont représentés par des a-plats roses clair ou foncés selon la densité urbaine. Ainsi, pour 2012-2018 l'objectif est fixé à 50 % de nouveaux logements construits dans les périmètres de gares.

Des objectifs de fréquentation par ligne ont été fixés pour chacun des axes ferroviaires. Le seuil est indiqué sur le graphique ci-contre qui indique aussi la perspective temporelle de la mesure du niveau de fréquentation correspondant en projetant une croissance escomptée.

Ce qui est intéressant dans l'expérience de la Stedenbaan, c'est l'articulation des secteurs d'intervention sur le territoire, en l'occurrence ici le transport ferroviaire et le logement. La politique du logement est ainsi directement focalisée autour du système de transport ferroviaire, ce qui, dans un cercle vertueux⁹²³, vient contribuer à développer ce même système de transport.

En France une des expériences les plus abouties, sur le plan de la planification stratégique, est celle de la Communauté Urbaine de Lille. Les espaces possibles pour l'implantation de nouveaux logements ont été définis à partir de trois critères qui sont, le fait de s'appuyer sur le développement urbain existant, de disposer d'un niveau d'accès aux services de base et enfin de se trouver à l'intérieur de périmètres d'influence des principaux arrêts du système de transport collectif. On retrouve alors dans la planification de la politique du logement des outils développés dans le domaine des transports. C'est la matérialisation du fait que les compétences et les outils ont pu passer la barrière sectorielle. Reste à observer sur le terrain l'adéquation entre la mise en œuvre et les principes édictés de la planification.

Beaucoup d'espoir se portent sur les contrats d'axe qui visent à associer dans une relation contractuelle l'autorité organisatrice de transport et les collectivités ou communes qui ont en charge la maîtrise de l'usage du sol⁹²⁴.

Dans le domaine du TOD, comme dans de nombreux domaines de l'urbanisme et des transports, l'étude des bonnes pratiques est très répandue. Cependant la façon dont on aborde celles-ci mérite un soin tout particulier que nous allons approfondir.

Les critères de territorialisation du PLH
tache urbaine, transports en commun,
accessibilité des services

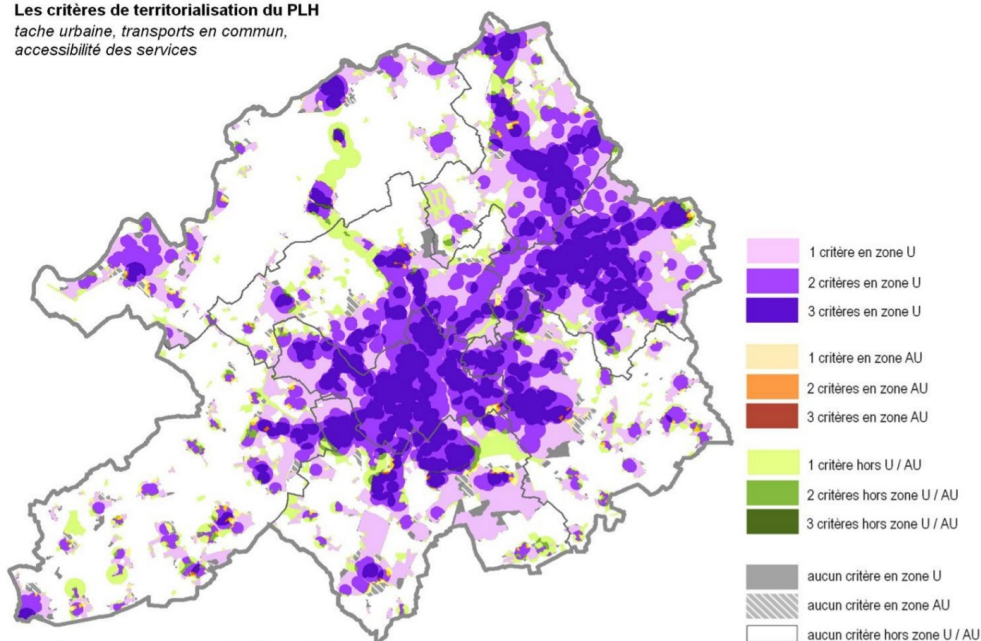


Illustration 95. Les espaces de développement du logement prévus dans le Plan Local de l'Habitat de LMCU en 2011

⁹²³ Tan, « Pursuing transit-oriented development ».

⁹²⁴ Juliette Maulat et Aurélie Krauss, « Using "contrats d'axe" to coordinate regional rail transport, stations and urban development: from concept to practice », *Town Planning Review* 85, n° 2 (2014): 287-311, doi:10.3828/tpr.2014.18.

L'enjeu des bonnes pratiques

Toutes les villes, tous les territoires sont différents. Le caractère unique de chaque lieu est manifeste pour le chercheur et pour le praticien ; l'importance du contexte est difficile à négliger dans toute démarche d'analyse urbaine. Pourtant nombre de problèmes qui se posent ici se rencontrent aussi là, et telle solution, tel correctif mis en œuvre dans un espace urbain donné, pourrait inspirer une action urbaine à un autre endroit.

L'identification de bonnes pratiques est un usage répandu en urbanisme et plus encore dans le domaine des transports. En France, le CERTU développe un corpus important de recensement de bonnes pratiques et, à l'échelle européenne, nombre de recherches⁹²⁵ et d'études ont cet objet ou comportent une phase de recueil de d'analyse de ces cas particuliers qui peuvent devenir des sources d'inspiration.

Tan propose un cadre de réflexion pertinent pour discuter du transfert de bonnes pratiques en urbanisme⁹²⁶. Son cadre d'analyse distingue les contextes et les problèmes rencontrés.

	Même pays Mêmes obstacles, même contexte	Pays différents Mêmes obstacles, mais contexte différent	Pays différents Obstacles et contexte différents
Inspiration	Peu probable		Très probable
Apprentissage (hybridation, émulation)	Résistance minimale, apprentissage minimal	Environnement idéal pour l'apprentissage et le transfert	Résistance maximale, apprentissage maximal
Transplantation	Très probable		Peu probable

Tableau 10. Conditions du transfert et de l'apprentissage par l'étude de cas (Tan 2013)

Pour une ville donnée se posant une question et rencontrant des difficultés, l'étude des bonnes pratiques peut permettre d'orienter l'action. Si le contexte et les obstacles rencontrés sont les mêmes, alors une solution peut être simplement transplantée avec un minimum d'adaptation. À l'autre bout du spectre, si le contexte et les problèmes posés sont différents, alors l'étude de cas peut inspirer l'action, mais toute transposition telle quelle n'aurait pas de sens. Ce cadre d'analyse identifie le cas d'un contexte différent, mais avec des problèmes similaires, comme la situation la plus propice à l'apprentissage et au transfert des bonnes pratiques. L'intérêt de cette approche consiste à ne pas simplement voir les cas d'études comme des bonnes pratiques dans l'absolu, mais à les replacer de manière dynamique par rapport à des problématiques qui se posent à un endroit donné.

Dans son travail de thèse, Tan identifie 33 cas de bonnes pratiques du TOD dans le monde. Il est remarquable de constater que parmi les aces identifiés, la plupart relèvent du monde anglo-saxon avec les États-Unis, le Canada, et l'Australie. L'accès à la littérature pose la question de la barrière de la langue pour les aménageurs et les chercheurs s'intéressant à la question du TOD. La documentation des praticiens étant le plus souvent rédigée dans la langue locale, et l'anglais étant la langue de travail dominante des échanges scientifiques, ce sont ces cas anglo-saxons qui dominent l'univers des bonnes pratiques identifiées par Tan.

Tan identifie plusieurs caractéristiques clés des bonnes pratiques du TOD. Ce sont l'existence très souvent de points de rupture critiques dans l'histoire urbaine, à l'exemple des *freeway protests* des années 1960 à Vancouver et dans d'autres villes Nord-américaines, auxquels les aménageurs font référence pour justifier une trajectoire choisie en faveur d'un urbanisme non exclusivement articulé à l'automobile. L'autre élément significatif est l'existence de véritables réseaux d'apprentissage qui voit

⁹²⁵ Le projet Bahn.Ville 1 est un bon exemple de ce type de travaux qui comporte quatre cas d'étude approfondis dont sont tirés des principes généraux Pretsch et al., *Enseignements du projet Bahn.Ville.*

⁹²⁶ Wendy Tan, « Understanding successful implementation of transit-oriented development: initial findings from the cases of Perth, Portland and Vancouver » (présenté à Building the Urban Future and Transit Oriented Development, Marne-la-Vallée, 2012), 18; Tan, « Pursuing transit-oriented development ».

les praticiens effectuer une partie de leur carrière dans d'autres villes, à l'étranger, ce qui constitue un vecteur de transfert des bonnes pratiques. Tan souligne de ce point de vue les liens entre le continent nord américain et l'Europe et l'Asie.

L'étude des réalisations en matière de TOD révèlent aussi des obstacles qu'il est toujours utile de caractériser dans le but de mieux pouvoir y remédier.

Les obstacles à la réalisation d'un urbanisme des transports collectifs

L'urbanisme des transports collectifs est une idée inscrite comme intention dans la plupart des documents de planification urbaine en France. Or les exemples de réalisations complètement réussies ne sont pas simples à trouver. De nombreux auteurs ont pointé des obstacles à la mise en œuvre des projets de type TOD. Nous proposons de reprendre ici les principaux arguments identifiés.

Pour Tan, les obstacles sont institutionnels et de deux ordres, formels et informels⁹²⁷. La complexité des périmètres d'intervention et la fragmentation des compétences sont deux obstacles d'ordre formel qui se posent pour réaliser des projets associant échelles spatiales et secteurs d'intervention. On ne peut pas toujours trouver la réponse à la question de savoir qui a la responsabilité de la réalisation de l'ensemble du projet. Du côté des obstacles informels, Tan observe une indifférence face aux enjeux du TOD, une absence de sentiment d'urgence qui fait passer les projets de type TOD au second plan, derrière d'autres préoccupations plus brûlantes au niveau local. Cette idée est relevée également par Kaufmann dans son analyse de la coordination urbanisme-transport⁹²⁸. Enfin, pour Tan, l'argument d'un manque de moyens financiers, est, malgré la crise actuelle généralisée des finances publiques, le symptôme d'un problème plus profond.

Pour illustrer les difficultés de la coordination transport-urbanisme des projets de type TOD nous nous appuyons sur une expérience observée lors d'un voyage d'études en 2008 du projet Bahn.Ville 2 dans la ville allemande frontalière de Sarrebruck. Le quartier de Saarterrassen a été développé sur l'espace d'une friche industrielle libérée par la contraction de l'activité métallurgique. Les urbanistes ont choisi de composer ce nouveau quartier à dominante tertiaire autour d'un large mail planté faisant face à l'actuelle gare de Burbach. Or la desserte en 2008 de la gare, de l'ordre de deux trains par heure, n'est pas suffisante pour soutenir un usage quotidien du tain pour l'accès au quartier.



Illustration 96. La gare de Burbach et le quartier de Saarterrassen à Sarrebruck, une occasion ratée d'urbanisme ferroviaire (Photos L'Hostis 2008)

Plus grave, le choix effectué par les aménageurs de la ville, d'un tracé vers le nord pour la première ligne de tram-train, s'inscrivant dans un secteur différent de celui du quartier de Saarterrassen repousse à une échéance future improbable l'amélioration significative de l'offre de transport à la gare de Burbach. En effet il faudra attendre cette échéance de la mise en place de la seconde ligne de tram-train, irriguant l'ouest de l'agglomération, pour atteindre une desserte compatible avec le fonctionnement d'un quartier urbain. Cet exemple illustre la difficile coordination des secteurs

927 Ibid.

928 Kaufmann et al., *Coordonner transports et urbanisme*.

d'intervention sur la ville : l'ouverture de ce nouveau quartier est complètement déphasée de l'évolution attendue de l'offre de transport, ce qui provoque une inadéquation entre le fonctionnement urbain et le fonctionnement du système de transport.

Enfin, parmi les obstacles potentiels à la réalisation d'un urbanisme des transports collectifs, on rencontre les enjeux des nouvelles fiscalités. La capture de la plus-value foncière est très souvent présentée comme pouvant apporter une solution pour le financement des transports publics. Ce type de taxation est mis en œuvre dans certaines villes des États-Unis comme Los Angeles, Miami ou Denver⁹²⁹. Or le principe d'une taxation des propriétés situées à proximité des réseaux de transport pourrait poser des difficultés pour la mise en œuvre d'un urbanisme des transports collectifs. En effet, comme le note Litman⁹³⁰, la taxe vise en premier lieu les promoteurs et les propriétaires, mais elle touche ensuite les locataires. Le principe de cette taxe recèle le risque d'inciter à un développement urbain en dehors de son périmètre de prélèvement, c'est-à-dire de favoriser une croissance urbaine contraire à une densification autour des arrêts du transport en commun. Il s'agit d'une solution possible pour le financement du système de transport public, mais qui représente aussi un obstacle potentiel à la réalisation d'une forme urbaine favorable aux transports collectifs.

On le voit, l'étude des obstacles permet d'identifier des leviers possibles pour une action pertinente dans les domaines de urbanisme et des transports. Pour poursuivre plus avant le positionnement du TOD dans les débats actuels nous recensons les principales critiques qui lui sont portées.

Critiques du TOD et ses alternatives

La densification urbaine autour des arrêts de transport en commun est critiquée dans le domaine de l'urbanisme. Ellis, dans un travail de recensement de ces interrogations⁹³¹, fait état de la critique sociale du TOD : les projets urbains de densification autour des transports en commun seraient « intrinsèquement orientés en faveur des classes moyennes et supérieures » comme dans l'exemple des quartiers centraux de Vancouver⁹³². Or de nombreuses expériences recensées par Ellis montrent que ces réalisations peuvent être à la fois de qualité et accessibles, c'est-à-dire abordables pour les moins aisés⁹³³.

La dimension sociale de l'urbanisme recouvre en fait trois aspects bien distincts : les inégalités sociales (question de l'équité), le lien social (faire société), et les questions de société (questions sociétales). Au sujet des inégalités sociales, la démonstration d'Ellis indique la possibilité de dépasser le problème intrinsèque aux transports collectifs de faire monter les valeurs foncières, en mettant en place des politiques de logement social. Du côté du lien social nous avons évoqué dans le cas du mode ferroviaire, l'effet positif pour la dimension urbaine, vivable des espaces publics générés⁹³⁴. Cet argument vaut en grande partie pour les transports collectifs en général, en tout cas pour ce qui concerne les expériences européennes. En effet le développement des transports collectifs de surface passe par un partage de la voirie, dans un équilibre s'effectuant au détriment de la voiture et qui ne défavorise pas un usage par les piétons. Or ce n'est pas le cas dans certaines expériences de bus à haute fréquence en particulier dans certaines de ses déclinaisons sud-américaines comme à Bogotá. Comme le montre la photo ci-dessous, le système de bus du Transmilenio à Bogotá est inscrit en milieu de voirie, encadré par deux voies routières et les piétons accèdent aux points d'arrêt par des passerelles surélevées. L'effet de coupure urbaine est fort, et va jusqu'à limiter les effets de

929 Todd Alexander Litman, « Local Funding Options for Public Transportation » (présenté à TRB, Washington, 2013), 23.

930 Ibid.

931 Ellis, « The new urbanism ».

932 Noah Quastel, Markus Moos, et Nicholas Lynch, « Sustainability-As-Density and the Return of the Social: The Case of Vancouver, British Columbia », *Urban Geography* 33, n° 7 (2012): 1055-84.

933 « The new urbanism », 279.

934 Confère « L'urbanisme des transports en commun, une traduction du Transit Oriented Development » page 173.

redéveloppement urbain⁹³⁵. Enfin pour ce qui concerne les questions de société celles-ci renvoient à l'acceptation de ce modèle urbain et de transport et aussi à la question de l'adéquation avec les modes de vie actuels. Cette dernière dimension constitue une piste intéressante pour de futures recherches.

Une critique récente du TOD avance que les ingrédients non liés au transport en commun lourd, c'est-à-dire le transit, jouent un rôle important dans la réduction de l'usage de l'automobile par les habitants des quartiers TOD aux USA⁹³⁶. Selon cette thèse, la mixité des fonctions urbaines, la conception urbaine favorable à la marche et au vélo seraient les véritables objectifs et enjeux d'une ville durable, bien plus que les investissements dans les transports collectifs⁹³⁷.

Enfin il existe une critique non pas du TOD en général, mais d'une de ses dimensions qui est la densité urbaine. Des éléments de preuve semblent montrer que l'intensification urbaine apporte aussi des flux de transport plus intense et donc aussi plus de trafic automobile. Il s'agit du paradoxe de l'intensification⁹³⁸.

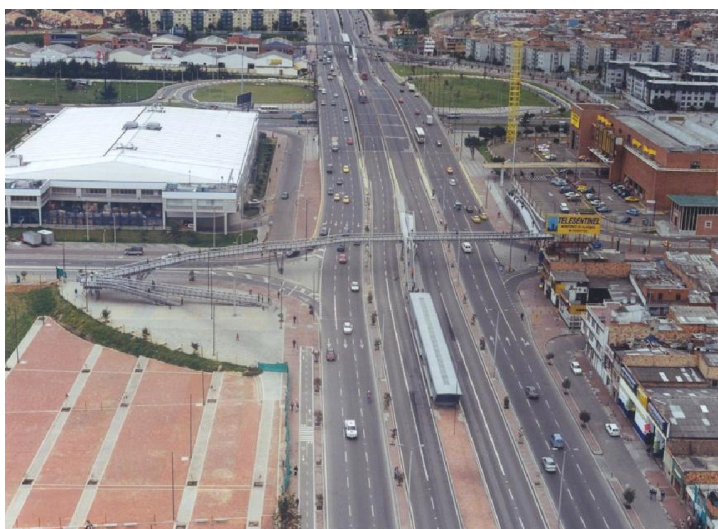


Illustration 97. La coupure urbaine du système de bus Transmilenio de Bogotá (Cervero 2012)

Pour poursuivre le regard critique sur le TOD nous proposons de discuter de quelques modèles urbains qui sont proposés comme alternatives au couple formé par l'étalement et l'automobile. Face à l'empreinte excessive d'un étalement urbain favorisé par l'automobile, la ville dense, ancienne, basée sur des techniques de transport connues n'est pas la seule piste possible parmi les réflexions sur le futur de l'urbanisme.

Ainsi l'urbaniste Mangin propose-t-il l'idée de la *ville passante* qui permettrait de « ne pas être entièrement dépendante de l'automobile pour accéder aux services les plus quotidiens et aux transports en commun »⁹³⁹. L'idée centrale consiste à établir une grande porosité des tissus urbains pour la marche et les modes doux de manière à favoriser des circulations de proximité avec une référence explicite à la notion de circuit court⁹⁴⁰. Or cette porosité peut entrer en conflit avec les outils actuels de déplacements doux et d'espaces civilisés que Mangin juge « souvent extrêmement ségrégative »⁹⁴¹.

Il existe une hypothèse que formule Mangin, selon laquelle l'évolution des technologies pourrait avoir tendance à ralentir les réflexions et les expérimentations sur un urbanisme des transports en commun⁹⁴². En effet, du côté de la forme urbaine, il sera « plus facile de produire des maisons écologiques et des lotissements à énergie positive, que de faire revenir une partie de la population

935 Cervero, « A Panorama of TOD, principles and experiences ».

936 Daniel G. Chatman, « Does TOD Need the T? », *Journal of the American Planning Association* 79, n° 1 (2013): 17-31, doi:10.1080/01944363.2013.791008.

937 Que nous développons page 187.

938 Steve Melia, Graham Parkhurst, et Hugh Barton, « The paradox of intensification », *Transport Policy* 18, n° 1 (2011): 46-52, doi:10.1016/j.tranpol.2010.05.007.

939 *La ville passante*, 15.

940 Ibid., 101.

941 Ibid., 16.

942 Ibid., 97.

vers un habitat dense »⁹⁴³. Du côté de la mobilité, l'arrivée de voitures moins chères due à l'adaptation aux marchés émergents en Chine et en Inde, constitue un argument supplémentaire qui empêche d'entrevoir un brillant avenir pour les transports publics⁹⁴⁴.

Critiquant la ville compacte comme solution aux maux de l'étalement⁹⁴⁵, Massot, Orfeuil et Korsu défendent un modèle alternatif appelé *ville cohérente*. Le principe consiste, à partir d'une agglomération donnée, à relocaliser une partie de la population dans une situation réduisant les distances domicile-travail. Appliqué à l'Île-de-France ce modèle aboutit à une forte réduction de l'usage des transports collectifs, dont l'utilisation actuelle concerne souvent de longues distances⁹⁴⁶ et à une très faible réduction de la circulation automobile. Outre la difficulté à envisager le caractère de durabilité d'une solution réduisant l'usage des transports en commun pour ne reposer que sur la voiture, un des principaux problèmes que pose cette idée est l'impossible mise en œuvre d'un tel projet. Comment en effet imaginer un tel déplacement de personnes dans une ville plongée dans le contexte d'une économie libre et non planifiée ? D'autre part, ce modèle ne favorise pas particulièrement les modes alternatifs à la voiture particulière, ce qui laisse posés les problèmes de l'énergie et de l'occupation de l'espace par l'automobile.

On le constate, le concept de TOD suscite un vif débat qui se situe au centre des principales réflexions urbaines actuelles. Nous terminons ce tour d'horizon de la problématique du TOD par un point de méthode pour souligner le rôle et les grands enjeux de la modélisation dans les travaux scientifiques ou opérationnels.

TOD et modélisation

Le TOD correspond à une articulation forte entre urbanisme et transport. Si l'on retient la définition du modèle comme *simplification du réel élaborée en vue d'une démonstration*⁹⁴⁷, les modélisations les plus adaptées pour traiter les problématiques du TOD sont celles qui mettent en exergue cette interaction fondamentale⁹⁴⁸. C'est pourquoi les modèles dits d'interaction entre l'usage du sol et le transport (Land-Use and Transport Interaction ou LUTI) sont particulièrement adaptés pour les problématiques TOD. Dans les exercices de prospective, les modèles classiques, du type à 4 étapes, vont projeter une structure spatiale qu'il faut définir par ailleurs, en retenant des critères de croissance des flux. Dans un modèle de type LUTI, on laisse la possibilité de l'interaction, c'est-à-dire qu'une offre de

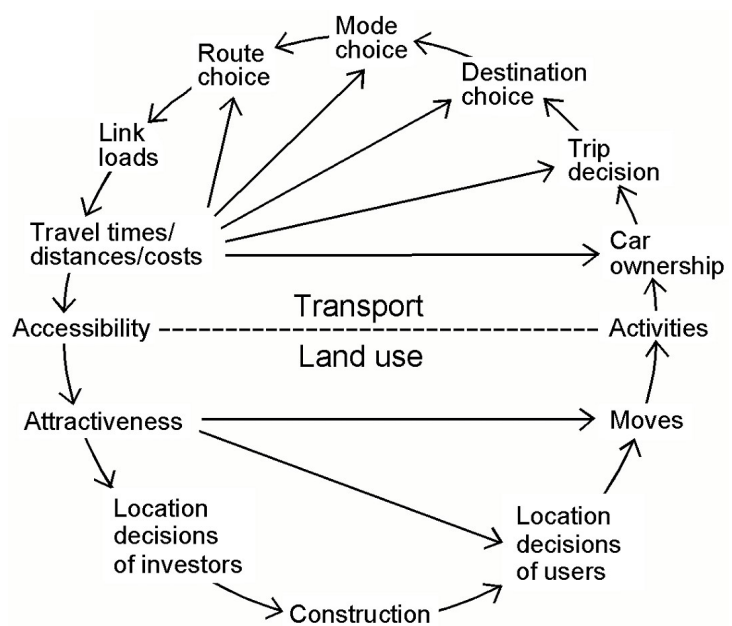


Illustration 98. La boucle de rétroaction entre transport et usage du sol (Wegener 2004)

943 Ibid.

944 Urry, *Mobilities*.

945 Jean-Pierre Orfeuil et Emre Korsu, « Ville et mobilité cohérentes », in *Ville et mobilité, nouveaux regards*, éd. par Gérard Brun, Méthodes et approches (Economica, 2013), 104.

946 Ibid., 112.

947 Peter Haggett, *Models in geography*, vol. 2 (Methuen, 1967).

948 Jean Laterrasse, Fabien Leurent, et Thierno Aw, « Une prospective 2030 de l'usage du sol et du transport en Ile-de-France », *Economie et développement urbain durable. Emissions urbaines : inventaires et politiques publiques & Transport et usage du sol*, 2011, 107-131.

transport locale aura un effet sur les localisations et les densités. L'idée est ici que l'offre peut, dans certaines conditions, canaliser la structure urbaine. Sur une longue période de prospective, classiquement 20 à 30 ans, la modélisation de ce bouclage est plus satisfaisante que son absence.

Les modèles de type LUTI reposent sur l'idée d'une interaction bidirectionnelle entre le transport et l'usage du sol. Dans le modèle proposé par Wegener, l'usage du sol dépend de l'attractivité des lieux, elle-même déterminée par les décisions d'investissement et d'installation des ménages et des entreprises⁹⁴⁹. La distribution des activités génère des déplacements ; à ce moment on bascule dans la partie transport de la boucle. C'est la problématique des *activités* qui relie les fonctions urbaines par la mobilité. Le choix de se déplacer est suivi du choix de la destination, puis du mode de transport et de l'itinéraire. Les paramètres des coûts et des durées de transport font l'objet d'un bouclage pour englober la congestion des itinéraires. Et ces paramètres contribuent à former l'accessibilité des lieux ; c'est le second basculement de la boucle, cette fois en retournant vers l'usage du sol.

La thèse de Fausto Lo Feudo montre comment une telle modélisation permet de discuter des grands enjeux et surtout d'identifier les leviers d'action, d'une politique de TOD en l'occurrence à l'échelle régionale.

Une trajectoire de recherche sur l'urbanisme des transports collectifs

Le véritable point de départ de ce parcours de recherche a été mon implication en tant que coordinateur scientifique de la partie française du projet franco-allemand de recherche-action Bahn.Ville 2 à partir de 2004.

Seconde phase du projet, il s'agissait de tester les conditions de la mise en œuvre de cet urbanisme orienté vers le rail et l'intermodalité. La mise en œuvre supposait un travail en coopération avec les acteurs locaux, en l'occurrence avec les municipalités, avec l'intercommunalité stéphanoise, l'agence d'urbanisme de Saint-Étienne, et avec l'acteur régional. Un travail en interaction, un travail de recherche-action, c'est-à-dire un travail de recherche, mais conduit dans un contexte opérationnel, dans une visée opérationnelle. C'est dans ce cadre que j'ai été conduit à définir le sujet et encadrer la thèse de Thomas Leysens sur la période 2009-2011. L'enjeu était le développement d'outils d'analyse et d'aide à la décision. L'apport de la thèse a porté sur l'élaboration et la mise en œuvre de ces outils dans le cadre de la préfiguration d'un observatoire partenarial. Deux outils en particulier peuvent être mentionnés : il s'est agit de mettre en œuvre les connaissances académiques sur les rayons et les périmètres d'influence des gares, pour définir un nouvel espace d'intervention privilégiée, dans le double but de densifier et de favoriser les circulations douces ; l'autre contribution significative de la thèse est le développement d'un outil de calcul des possibilités de correspondance, à l'interface entre l'opérateur régional pour les trains et l'opérateur des transports urbains, dans le but de renforcer la cohérence globale du réseau de transport alternatif à la voiture.

La suite ne peut pas être un Bahn.Ville 3 : cette phase est maintenant du ressort des acteurs opérationnels qui, sans les chercheurs, et autant que possible en tirant parti des enseignements des deux projets Bahn.Ville souhaitent développer une forme urbaine en lien avec les réseaux de transport ferroviaire. Pour les chercheurs, le projet terminé ; il semblait nécessaire, après avoir approfondi la question sur plusieurs terrains en France et en Allemagne, d'élargir le champ vers d'autres expériences pour confronter, et mettre en valeur les résultats, et aussi pour définir de nouveaux axes de travail. Dans ce cadre j'ai proposé un sujet de thèse pour tester un scénario d'urbanisme orienté vers le rail dans la région Nord-Pas-de-Calais, à l'échelle de l'ensemble de la région et non limité à une ligne comme dans le projet Bahn.Ville 2. La thèse de Fausto Lo Feudo se termine sur le test d'un scénario de type TOD sur le territoire de la région Nord-Pas-de-Calais à l'aide d'une modélisation des interactions entre transport et urbanisme.

949 Michael Wegener, « Overview of land-use transport models », in *Handbook of transport geography and spatial systems*, éd. par D.A. Hensher, Elsevier, vol. 5 (Amsterdam, 2004), 127-46,
http://www.spatialcomplexity.info/files/2013/11/MW_Handbook_in_Transport.pdf.

La reconnaissance et la notoriété acquise sur la thématique nous ayant mis en position favorable pour engager des actions de capitalisation scientifique, nous avons décidé à plusieurs⁹⁵⁰, d'organiser une conférence internationale. La conférence BUFTOD qui s'est tenue en 2012 à Marne-la-Vallée a été la première conférence scientifique mondiale sur le sujet du TOD. Elle a réuni une centaine de chercheurs, autour d'une soixantaine de contributions en provenance de 26 pays dont les plus représentés ont été la Hollande, la Corée du Sud, le Brésil, le Royaume-Uni et l'Italie. Cette conférence a fait émerger une communauté scientifique nouvelle, auparavant éclatée car émergeant à plusieurs grandes disciplines de référence, économie et urbanisme, associées à des communautés largement distinctes. Le regroupement est établi autour d'un concept à la fois théorique et opérationnel.

En travaillant à la préparation de la conférence, puis en établissant une synthèse des travaux présentés, il m'a semblé qu'une échelle pertinente de réflexion, après la thèse de Fausto Lo Feudo portant sur un territoire régional dans son ensemble, était la notion de corridor, en ce qu'elle constitue une échelle fonctionnelle pertinente pour penser et mettre en œuvre un projet conjoint de transport collectif et de développement urbain. La thèse de Liu Liu porte sur l'application du concept de corridor pour tester une hypothèse d'urbanisme des transports collectifs sur le territoire de la Communauté Urbaine de Lille.

Des travaux inspirés des recherches menées dans Bahn.Ville

Les travaux s'inspirant du projet Bahn.Ville sont de deux ordres. D'abord une mise en œuvre de d'outils testés dans le programme de recherche-action. Ensuite des travaux universitaires qui tirent parti des résultats et qui développent les méthodes.

L'action de Bahn.Ville portant sur les enquêtes mobilisatrices visant à faire essayer le train à échantillon d'usagers potentiels a donné lieu à des prolongements opérationnels directs. Ainsi deux opérations de plus grande ampleur inspirées de l'expérience de Bahn.Ville ont été lancées l'une en région Nord-Pas-de-Calais sur 250 habitants en 2012, l'autre en région Picardie⁹⁵¹ avec 150 personnes en 2012-2013. Ces opérations montrent un taux d'adhésion au train de l'ordre de plus de 30 %, qui se révèle très élevé si on le compare à l'impact de mesures de marketing classiques dépassant rarement quelques pour-cents⁹⁵².

Les résultats de ces études montrent que, parmi les facteurs de l'attractivité du train, figure le fait de disposer d'un temps libre dans le transport. Ce temps libre est consacré à des activités de loisir ou de travail, comme l'ont montré des études de la mobilité⁹⁵³. La nouveauté de l'enquête menée en 2012 dans la région Nord-Pas-de-Calais, est l'apparition de la mention des téléphones mobiles pour un usage de loisir, avec par exemple la remarque d'une personne ayant testé le train plutôt que la voiture sur son trajet domicile-travail, que « dans le train je peux regarder ma série ». Cet argument nouveau montre une compatibilité du train avec les modes de vie contemporains, avec la *modernité tardive*.

La méthode d'analyse des espaces d'influence des gares proposée par Brès⁹⁵⁴ s'inspire explicitement des travaux de Bahn.Ville. Le principe de l'extension des périmètres marchables et cyclables pour augmenter la part de l'accessibilité réelle rapportée à l'accessibilité théorique qui confronte

950 Les organisateurs sont Claude Soulas de l'Ifsttar-Grettia, Fernando Lozada de l'Université de Ciudad Juarez (Mexique) et Alain L'Hostis.

951 Pour la région Picardie : <http://intra.dreal-picardie.i2/comment-et-pourquoi-preferer-le-a4089.html> et le site <http://6t.fr/blog/allez-vous-prendre-le-train-experimentation-dun-dispositif-dincitation-au-changement-de-comportement/>

952 Anaïs Rocci, *Changer les comportements de mobilité: exploration d'outils de management de la mobilité: les programmes d'incitation au changement de comportements volontaire (VTBC). Rapport final de recherche* (Inrets, 2009), <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00544419/>.

953 Kellerman, *Daily Spatial Mobilities*, 95.

954 « Train stations in areas of low density and scattered urbanisation: towards a specific form of rail oriented development », *Town Planning Review* 85, n° 2 (2014): 261-272, doi:10.3828/tpr.2014.16.

isochrones et cercle est identique à l'approche développée pour les gares de la région de Saint-Étienne.

Perspectives

Quelles marges de manœuvre sont aujourd'hui possibles avec les modes de vie urbains actuels, singulièrement pour ce qui touche aux mobilités et aux densités, aussi bien mesurées que perçues ? Quelle compatibilité de l'urbanisme orienté vers le rail avec les aspirations et les moyens des citoyens d'aujourd'hui et de demain ? Les opportunités du foncier ferroviaire peuvent-elles permettre aux collectivités de construire une offre de logement accessible malgré un objectif de densification des espaces centraux adossés aux gares qui entraînera une élévation de la valeur foncière ?

L'évolution de la mobilité a conduit à l'apparition de nombreux déplacements multi-échelles. Le mode de déplacement dominant de ces mobilités est établi autour d'un réseau unitaire, assurant de multiples circulations sur un même support. Le succès du système automobile est en partie lié à cette propriété qui répond aux évolutions de la mobilité et des rapports au territoire. Or, à l'inverse, l'évolution des transports publics répond à une logique de séparation, une étanchéité des échelles spatiales. La thématique de l'intermodalité vise précisément à mieux articuler des sous-réseaux conçus pour des échelles distinctes. Poursuivant des travaux antérieurs, les recherches sur l'intermodalité sont essentielles pour soutenir la mise en place du réseau alternatif à l'automobile. Les recherches sur l'intermodalité peuvent tirer parti des avancées théoriques présentées dans ce mémoire au sujet du rôle de la pause à l'intérieur du déplacement. Dans un contexte où, pour beaucoup d'observateurs, le développement de l'usage du mode ferroviaire proviendra d'abord d'un développement d'une intermodalité en modes doux, vélo et marche à pied, plutôt qu'en modes mécanisés, il s'agit de penser la *latéralisation* du déplacement dans le pôle d'échanges, mais aussi penser le pôle d'échanges comme un des lieux constitutifs d'un réseau urbain de marche à pied, donc associé à un semis de lieux où la pause, la latéralisation du déplacement est possible.

Comme le posent Boden et Molotch, la vie moderne est imprégnée de la participation à des événements spatialement et temporellement éloignés, incluant la production, la consommation et les formes culturelles⁹⁵⁵. L'enjeu principal des recherches sur le TOD est de chercher à rendre ce couple transport-urbanisme compatible avec la ville, les mobilités et les modes de vie contemporains. Les configurations du TOD ne sont pas nouvelles, elles réactualisent pour une bonne part des solutions anciennes : transport, organisation de l'espace public, de la voirie, cadre bâti. L'enjeu est d'adapter ces principes à la complexité et à la « vitesse » de la ville actuelle et de proposer une alternative à la ville automobile qui a fortement caractérisé les dernières décennies⁹⁵⁶.

Les distances sont centrales pour l'urbanisme des transports en commun, ou le TOD. Envisager les distances produites par le système de transport alternatif à la voiture et les distances de la densité permet de penser un modèle urbain complet aux échelles locales, urbaines et métropolitaines.

Encart 12

Parmi les nouveaux outils de la coordination entre urbanisme et transport, il sera pertinent d'approfondir les travaux sur les *contrats d'axes*⁹⁵⁷ et aussi sur les Contrats de Développement Territorial qui se mettent en place dans le cadre du développement urbain autour des futures gares du projet de métro du Grand Paris. Ces travaux privilégieront une entrée par l'étude des dimensions institutionnelles et du jeu d'acteurs.

955 « The Compulsion of proximity », 277.

956 Hank Dittmar et Gloria Ohland, *The New Transit Town, best practices in transit-oriented development* (Washington: Island Press, 2004).

957 Maulat et Krauss, « Using *contrats d'axe* to coordinate regional rail transport, stations and urban development ».

Conclusion

J'ai identifié le thème de la distance comme un point central de mes travaux et je désire démontrer que l'étude et la prise en compte de cette notion permettent de faire avancer la réflexion et l'action sur l'urbanisme et les transports.

J'ai organisé le mémoire en trois parties. La première dresse le cadre dans lequel la recherche se déploie. La seconde, qui constitue l'espace où les avancées théoriques sont réalisées, porte sur la distance. La troisième partie décline les trois axes d'une recherche sur la distance, qui couvrent l'essentiel de mes activités de recherche.

En posant l'urbanisme comme l'établissement de distances entre des fonctions, on constate que la distance est au cœur de plusieurs des principaux problèmes urbains actuels : inégalités, étalement urbain, usage de l'automobile. La distance est donc un levier pour l'action sur la ville et les territoires.

Dans ce travail, nous avons progressé dans l'entreprise de définition de la distance. La distance est à la fois une idée de l'écartement entre les lieux et une mesure de cet écartement. La distance est une réalité que la seule mesure en kilomètres ne peut décrire entièrement. Temps, confort, coût, composantes de la perception, sont autant de dimensions qui décrivent la réalité de la distance. Mise en tension par la référence euclidienne, la distance prend des formes diverses. À côté de la ligne droite, la forme essentielle est celle de la distance-réseau.

La distance-réseau, forme la plus répandue des distances du transport, est marquée par plusieurs caractéristiques. L'évolution des modes de transport dans le long temps de l'histoire a inspiré la caractérisation de la *convergence de l'espace-temps*. Ce phénomène, dû à l'augmentation de la vitesse et à la réduction des temps de parcours, bénéficie plus aux grandes villes qu'aux petites. À ce mouvement de convergence différencié est associé, dans le cas des grandes vitesses, l'effet tunnel qui traduit la sélection spatiale opérée par la réduction du nombre des points d'accès. Les lieux connectés, gares du TGV et aéroports, sont peu nombreux, et l'essentiel de l'étendue spatiale ne bénéficie pas des gains de temps procurés par les infrastructures de la grande vitesse.

Mais surtout, les grandes vitesses et l'intermodalité, font apparaître le phénomène de l'*inversion spatiale*. Celui-ci stipule qu'un déplacement vers une direction donnée débute par une portion de chemin effectuée dans la direction opposée. Il s'agit d'accéder à un point d'entrée sur un réseau à grande vitesse en effectuant un petit trajet en sens inverse. Identifié dès les années 1960, ce phénomène illustre à quel point les systèmes de transport distordent l'espace géographique, allant jusqu'à modifier l'ordre de proximité entre les lieux. La difficulté que l'inversion spatiale pose pour la représentation cartographique a été soulignée par les premiers énonciateurs du phénomène, Bunge et Tobler. Nous apportons à leur analyse une réflexion sur la forme des chemins minimaux, autrement dit sur la forme des distances. Comment prendre en compte tous les effets spatiaux, territoriaux de ces détours, effets tunnels et inversions ?

À ce stade du raisonnement, avant d'approfondir la définition et les propriétés des distances, nous avons jugé utile de confronter la notion de distance à un ensemble de notions voisines et

potentiellement concurrente, pour décrire l'espace des transports et de l'urbanisme. Espace, vitesse, proximité et mobilité sont des termes que l'on emploie plus volontiers que le mot de distance dans la littérature scientifique actuelle. Pourtant de nombreux arguments viennent appuyer notre choix. Cette discussion montre que le choix de la distance comme objet d'investigation a au moins comme mérite celui de l'originalité. Restait à démontrer ce qu'il peut apporter au raisonnement, à la réflexion et à l'action sur la ville, les territoires et les transports ; le mémoire qui se conclut ici porte cette ambition.

Une fois dépassée cette confrontation avec des notions voisines, nous étudions la place de la distance dans les principales disciplines académiques de notre champ : géographie et économie en premier lieu, mais aussi psychologie et sociologie. Mes investigations sur l'état des connaissances montrent que la distance est injustement considérée par les économistes, même si la nouvelle économie géographique est venue redonner du sens à la notion. Mais, ce qui est plus troublant, la place de la distance en géographie n'est pas aussi évidente que l'on pourrait le penser. Beaucoup de géographes introduisent la notion d'accessibilité pour adjoindre une dimension humaine, liée aux besoins, à la distance vue comme une notion essentiellement géométrique. Or les distances de la géographie sont presque toujours des distances-réseau, c'est-à-dire des distances effectuées, mesurées au travers de systèmes produits par le travail des hommes. Beaucoup de chercheurs, économistes, voire sociologues et psychologues, mais aussi géographes sont gênés par le caractère polysémique de la distance, par le poids de ses significations usuelles, mais aussi par l'influence de la conception euclidienne. Cependant, malgré ces réserves, la distance est un élément central pour la géographie ; elle est un concept qui a renouvelé les analyses en sociologie et en psychologie, et elle est une idée sous-jacente de nouveaux pans entiers de l'économie. Dans cette investigation sur la distance, on trouve finalement un nombre relativement restreint de chercheurs s'étant intéressé directement à la notion. En effet, la majorité des textes de la littérature sur l'espace emploie la distance sans prendre le temps de creuser sa définition, de s'arrêter sur ses propriétés. Hors de cette tendance générale, les textes approfondissant effectivement la notion de distance portent sur des sujets assez divers, sur la ville, sur les transports, sur les réseaux, mais aussi sur les sociétés et sur les individus saisis dans des approches anthropologiques. Mais cette étude montre que la distance permet surtout d'établir un lien entre plusieurs textes essentiels des sciences sociales et de l'espace.

Le périmètre général de l'utilisation de la distance établi, nous pouvons enfin entrer dans les débats scientifiques impliquant la distance. Deux discussions nous ont semblé particulièrement dignes d'intérêt. La fin souvent annoncée, mais encore plus souvent dénoncée, de la distance, oppose certains économistes à la presque totalité de la communauté scientifique, économistes, géographes et sociologues réunis. Loin d'être éteint et tout sauf stérile, ce débat démontre la vigueur du concept de distance pour le dialogue à l'intérieur et entre les disciplines de la connaissance, au premier rang desquelles la géographie et l'économie.

Mais le débat le plus fructueux pour notre investigation est celui qui pousse à la remise en cause des propriétés mathématiques de la distance dans les réalités des champs sociaux, économiques et géographiques. La propriété de l'inégalité du triangle focalise les interrogations et les interprétations. La violation de la propriété de l'inégalité triangulaire est vue de manière erronée par beaucoup comme l'affirmation que la ligne droite n'est pas le chemin optimal, alors qu'elle a pour fonction de garantir l'optimalité de la distance. Nous affirmons qu'il n'existe pas de violation de l'inégalité triangulaire dans les distances de la géographie. Nous étayons cette affirmation en effectuant la démonstration de l'existence de trois erreurs d'interprétation de la violation de l'inégalité triangulaire. Ces trois erreurs nous amènent à mettre au jour trois propriétés qui nous semblent fondamentales dans la formation des distances. Optimalité, détour et pause sont trois mots-clés qui forment le titre du présent mémoire, et qui inspirent la suite du raisonnement.

Ma thèse centrale est que la distance comprend une idée d'*optimum*. L'investigation montre que cette idée de l'optimum est très peu développée dans la littérature. Or l'affirmation de l'optimalité apporte des éléments nouveaux et pertinents à l'analyse des configurations spatiales. Une distance est toujours la plus petite mesure de l'écart entre deux lieux. Selon le principe du moindre effort de Zipf traduit au travers de l'idée d'optimum, la distance est directement liée aux activités humaines. Au travers de l'optimum, la distance établit un lien entre la géographie et l'économie. De plus, l'optimum

est une notion utile en aménagement et en urbanisme, car l'on cherche à produire un environnement urbain ou régional en optimisant les ressources dont on dispose. Du côté des usages, l'optimalité est aussi portée par les plans de réseau proposés aux utilisateurs des transports collectifs. Les chemins figurés sont porteurs d'une optimalité qui n'est pas toujours vérifiée sur le terrain ; en particulier ce phénomène aboutit à la surcharge de tronçons centraux des réseaux qu'une action corrective par la promotion de cheminements piétons alternatifs et plus rapides rend nécessaire. Mais l'optimalité en tant que valeur n'est pas univoque : chacun, qu'il soit voyageur, concepteur de service de transport, ou urbaniste conçoit son optimum. Sur cette base, la reconnaissance de l'optimalité permet de progresser dans la compréhension des phénomènes, celle des comportements et celle des propriétés des arrangements spatiaux.

Le *détour*, c'est-à-dire la simple affirmation que les distances sont rarement des lignes droites, n'est pas toujours facile à envisager, en particulier sous sa forme extrême de l'inversion spatiale. Dans les distances inter-urbaines, ce sont les grandes vitesses qui provoquent ce phénomène d'inversion spatiale. Concernant les choix d'aménagement, l'existence de ces détours signifie qu'une simple connexion aux réseaux rapides n'est pas toujours suffisante, et que des équipements lointains, comme un aéroport, ou un contournement en ligne ferroviaire rapide d'une agglomération distante, peuvent apporter une contribution significative à l'accessibilité d'un territoire. S'agissant des distances intra-urbaines, le rôle du détour est manifeste dans l'organisation des réseaux de transport en commun lourd. Seule une minorité des déplacements empruntant le métro évite le changement de ligne ou de mode. Comme chaque ligne privilégie la ligne droite, il apparaît que les détours et l'intermodalité, incluant les changements de ligne dans un même mode, sont intrinsèques au fonctionnement du réseau. Ici encore le rôle de la représentation graphique du réseau destinée aux usagers doit jouer un rôle important en montrant les possibilités de correspondance.

La *pause* est aussi un élément contre-intuitif dans la construction des distances. Comment prendre la mesure du fait qu'un temps de pause peut contribuer à la formation d'un chemin le plus rapide, optimal en temps ? La compréhension du cheminement pédestre, dans son optimisation, montre quel rôle la pause peut jouer. Ce sont des bancs publics, des belvédères, des brumisateurs, des jeux, et autres équipements de la *latéralisation* du déplacement, qui, disposés avec soin, peuvent recharger les déplacements piétons, et contribuer à la formation de réseaux pédestres à l'échelle de la ville. Dans les gares, les voyageurs allant prendre leur train peuvent se trouver disposer d'un temps libre à l'intérieur de leur déplacement optimisé. Au sens de la *time geography*, un petit prisme d'espace-temps s'ouvre à l'intérieur d'un déplacement de plus longue portée. Les enjeux de cette pause, vus dans l'approche de l'économie présentielle, sont importants pour l'économie de la gare.

À partir de ces trois propriétés fondamentales des distances que sont l'optimum, le détour et la pause, nous proposons de définir un système de distances pour l'urbanisme. La distance comportant l'idée de l'optimum, elle est pertinente en tant que concept opérationnel, c'est-à-dire dans un cadre où les interventions doivent être réalisées avec des moyens qui ne sont pas illimités. Cette assertion est le point d'articulation central de notre raisonnement. L'affirmation de l'importance du détour nous invite à introduire deux mesures dans notre système qui sont la distance euclidienne et la distance réseau. La confrontation des deux mesures peut apporter des éléments d'analyse de première importance. Enfin, nous proposons de distinguer les distances de la densité et les distances du transport. Ces différentiations aboutissent à l'établissement d'un système de quatre distances, qui vont décrire l'espace urbain et surtout, dans une approche orientée vers l'action, indiquer des leviers d'intervention.

L'examen de trois approches possibles d'intervention, c'est-à-dire sur les distances, sur la distribution des fonctions ou sur les deux dimensions en même temps, permet de balayer un ensemble de modèles urbains actuels, de formes urbaines existantes, souhaitables ou théoriques. Cet examen montre que le système de distances permet effectivement de discuter en profondeur des principaux paramètres des formes urbaines et des réseaux.

Cette démonstration permet de donner une nouvelle place à la distance. D'abord la distance, ainsi définie comme une mesure optimale, établit un lien direct entre la géographie et l'économie.

Reconnue depuis les post-vidaliens comme fondamentale pour la géographie, la distance a été reconnue comme essentielle par les économistes cherchant à expliquer les mouvements d'agglomération et de dispersion que connaissent les organisations spatiales humaines contemporaines.

Ensuite, et en conséquence, la distance peut devenir un socle théorique solide pour une recherche en urbanisme. L'aménagement est une discipline universitaire jeune qui puise dans plusieurs corpus dont la géographie et l'économie. Sur le plan théorique, l'intérêt de cette investigation sur les distances selon cette acception, présente un intérêt immédiat qui est de concilier deux piliers disciplinaires de l'urbanisme. Sur le plan opérationnel, la déclinaison de mes axes de recherche apporte la preuve par l'exemple que la notion de distance permet de traiter un grand nombre de questions posées, sur le développement urbain, sur le développement des systèmes de transport et sur les développements conjoints entre urbanisme et transport.

La partie théorique du mémoire est issue de réflexions nées dans les trois axes de la recherche exposées à la fin. Les avancées de cette partie construisent une vue d'ensemble, porteuse d'un mouvement d'intégration, mais elles apportent aussi de nouvelles perspectives pour lire les résultats obtenus et indiquer des pistes pour des travaux futurs.

La réflexion menée dans ce mémoire abouti à relire les cartes en relief d'espace-temps en mettant en évidence le caractère fondamentalement non-euclidien de ces représentations, et en assumant la figure du détour dans la représentation des distances. Ces représentations montrent comment l'optimum de la distance dans l'espace des transports aboutit à déformer profondément la surface euclidienne pour proposer un chiffonnement, un ratatinement de l'espace, qui rend compte de la coexistence de vitesses différentes. Cette coexistence de vitesses différentes n'est ni une situation circonscrite à l'époque moderne, ni une situation transitoire amenée à s'effacer le jour hypothétique où l'on mettra en place un moyen de transport universel et prompt. L'histoire des transports nous apprend que cette coexistence des modes possède un caractère permanent et n'est pas amenée à disparaître. De nouveaux modes apparaissent, tels l'avion ou le train à grande vitesse, et d'autres disparaissent comme le transport animal, mais la coexistence, côte-à-côte de modes différents caractérisés par des vitesses différentes est là pour durer. Cette idée rejoint par ailleurs l'objectif d'une diversité de choix de mobilité en matière d'urbanisme, comprise aujourd'hui comme la promotion des alternatives à l'automobile.

Le second axe de recherche portant sur les distances vise à mesurer les distances entre les villes. S'agissant des transports ayant pour fonction le franchissement des espaces inter-urbains, il s'agit de produire des mesures reliées aux usages, aux besoins des individus, aux enjeux économiques et aux stratégies urbaines. Les investigations se focalisent sur le *potentiel de contact*. Il s'agit de la mesure de distances utiles entre villes exprimant le potentiel de rencontre entre individus, selon une analyse sous un angle essentiellement économique. Ce courant de recherches prolonge des travaux des années 1970 et 1980 en grande partie oubliés, menés dans ce que l'on appelle aujourd'hui la *time geography*. Le potentiel de contact s'inscrit dans un cadre de réflexion donnant une explication et un sens à la spatialité contemporaine des établissements humains producteurs de richesse, à savoir les villes et les réseaux de villes. Cette approche relie le fonctionnement des systèmes de transport aux connaissances actuelles sur le fonctionnement de l'économie urbaine. Les mises en œuvre de l'indicateur montrent le rôle des modes de transport des grandes vitesses, l'aérien et le ferroviaire à grande vitesse. Ce dernier venu dans les relations interurbaines peut jouer un rôle important en particulier pour des villes de taille secondaire dont le poids démographique ne permet pas de produire une accessibilité aérienne élevée et le potentiel de contact associé. Ces mesures spatio-temporelles qui s'affranchissent du tracé et de la localisation exacte des infrastructures invitent à prendre en compte les *détours* de la distance, comme l'inversion spatiale dans le cas des plateformes aéroportuaires reliées à la grande vitesse ferroviaire. Ces réalisations reposent sur un fort investissement méthodologique, avec la manipulation de grandes masses de données, la mise en œuvre d'algorithmes de chemins minimaux et l'ajustement de nombreux paramètres pour permettre la comparaison de chaînes modales complexes. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, la distance entre les villes n'est pas facile à mesurer. Dépassant la mention d'un nombre de kilomètres

ou d'une unique valeur de distance-temps minimale pour caractériser les supports de relations entre villes, les mesures du potentiel de contact permettent d'éclairer les dynamiques urbaines et permettent d'indiquer des pistes de développement pour les stratégies territoriales.

Le troisième axe de recherche sur les distances a pour objet les distances à l'intérieur d'une ville organisée autour des transports en commun. L'urbanisme étant vu comme la construction de distances entre des fonctions, l'ensemble de la conception urbaine repose sur l'établissement de distances ce qui justifie amplement le choix de cet objet pour investir le domaine de l'urbanisme. La réflexion sur les distances de la ville, au travers de la distribution des fonctions, de l'organisation des réseaux de transport, et de la coordination des interventions amène à penser l'ensemble de la conception urbaine. Dans cet axe, le système de distances pour l'urbanisme proposé en fin de seconde partie du mémoire prend tout son sens : la réflexion théorique donne des idées pour l'urbanisme des transports en commun. Notons bien qu'il ne s'agit pas avec ce travail théorique sur la distance d'introduire une nouvelle dimension normative dans l'urbanisme, mais bien plutôt de donner des éléments d'analyse et de proposer des pistes pour l'action reposant sur une clé de lecture originale de la ville. L'analyse des distances prend un sens tout particulier s'agissant de l'urbanisme des transports en commun. En effet le système de déplacement alternatif à la voiture implique essentiellement les modes de transport collectifs, le vélo et la marche à pied. L'analyse de l'espace-temps complexe produit par les modes de transport fonctionnant par horaires appelle à établir des mesures désagrégées de l'accessibilité horaires, et nous avons proposé ce type d'indicateurs appliqué à la mesure de l'accessibilité de sites urbains stratégiques au départ ou à destination d'un site d'étude donné. L'optimum de la distance pousse à rappeler toujours que le piéton, comme le démontre l'existence de lignes de désir, optimise sa trajectoire à toutes les échelles de son déplacement. Un aménagement de l'espace public doit conserver, malgré toutes les contraintes à résoudre, un principe d'optimisation. Le chemin perçu par le piéton comme étant le plus court doit guider la conception. Et l'arbitrage en faveur de la sécurité doit tenir compte de cela. La réflexion sur la *pause* invite à renverser le regard porté sur un ensemble d'aménagements, et à résoudre une contradiction du changement de modes de transport ; celle-ci apparaît souvent comme seulement coûteuse en temps ; elle semble ralentir le déplacement, alors qu'elle contribue à la formation de l'optimalité des déplacements. Cette fonction de pause soutenant l'optimalité, qui prend sa forme la plus manifeste dans la gare ferroviaire, peut être vue comme constituant un des équipements parmi un semis d'aménagements urbains de la pause piétonne, qui organise un réseau de déplacements doux dans la ville. La distance constitue une thématique originale dans ce domaine des transports et de l'urbanisme. Cette thématique est en intersection avec les principaux thèmes du domaine, elle relie des contraires, connecte des idées éparses, établit de nouveaux liens, donne un sens nouveau à certains aménagements comme l'illustre le cas de la pause. Entrer dans le couple ville-transport par l'idée de distance permet de s'affranchir d'un ensemble de débats actuels. Ainsi il n'est pas besoin de poser l'enjeu de la mobilité comme trait de la modernité pour discuter des réseaux et des déplacements dans la ville d'aujourd'hui : les distances décrivent les mouvements et leurs supports dans la ville d'hier comme dans celle de demain.

La rédaction du mémoire d'habilitation est une recherche de cohérence dans un parcours abondant des sujets et des objets multiples. Comme les recherches sont toutes, à des degrés divers, influencées par des éléments de la demande sociale ou politique, ces orientations amènent le chercheur à aborder des domaines nouveaux. Durant cet exercice la distance est donc apparue comme centrale : la proposition qui émane de ce travail est construite autour de la distance et de ses propriétés. Mais l'investigation théorique a révélé des liens plus étroits que la seule identification d'un socle commun. Ainsi c'est bien la réflexion sur l'inégalité triangulaire et ses supposées violations, réflexion éminemment théorique et directement issue du travail sur la représentation en relief de l'espace-temps, qui apporte un regard neuf sur les lieux de la pause de l'urbanisme, parmi lesquels les gares, objet central de ma contribution sur l'urbanisme de transports en commun.

Illustration 99. Nuage de mots du texte du présent mémoire

Les pistes de recherches, énoncées à la fin de chacune des trois parties du dernier chapitre, sont nombreuses et prometteuses. Dans le premier axe sur les distances de l'espace ratatiné, les perspectives concernent l'exploration du domaine de pertinence des cartes en relief d'espace-temps, l'analyse de la nature de la représentation, et le développement du discours que l'on peut en extraire pour comprendre l'espace-temps actuel, passé ou futur. Dans le second axe de travail portant sur les distances inter-urbaines, les perspectives portent surtout sur la confrontation des mesures du potentiel de contact avec des mesures du contact effectif ou du besoin de contact. Enfin, dans le dernier axe sur l'urbanisme des transports en commun, les pistes les plus prometteuses portent sur la conception des *équipements de la pause* inscrivant les arrêts de transport dans des réseaux pédestres urbains, et sur l'articulation de la réflexion urbaine et de l'étude des modes de vie contemporains.

Table des matières

Introduction.....	3
Transport, aménagement et urbanisme : la notion de distance en questions.....	9
Questions urbaines : la ville, le territoire et les transports objets premiers.....	9
De la ville.....	9
De l'urbanisme.....	11
Des transports.....	15
Les distances reliant transport et urbanisme : du détour à l'inversion spatiale.....	17
Automobilité et crise urbaine.....	19
L'inversion de la tendance à l'utilisation de la voiture dans les agglomérations.....	21
Le retour vers les villes centres.....	23
Transition.....	24
Dialectique du transport et du territoire.....	25
L'hypothèse économique : un transport en adéquation avec les flux.....	25
L'hypothèse spatiale : l'hétérogénéité fondamentale de l'espace fonde le besoin de transport.....	26
L'hypothèse anthropologique : toutes les activités humaines composent avec le transport.....	27
L'hypothèse sociétale : le transport comme condition du fait social.....	29
L'hypothèse politique : le transport est un marqueur du territoire.....	30
Transition.....	33
Les liens entre politiques de transport et politiques d'aménagement et d'urbanisme.....	34
Le rôle prépondérant de la puissance publique en matière de transport.....	34
L'articulation des politiques de transport et des politiques territoriales.....	35
Deux objectifs essentiels des politiques d'aménagement et leurs déclinaisons dans la politique des transports.....	38
Politiques de transport et urbanisme.....	39
Le polycentrisme.....	40
Transition.....	44
Distances urbaines.....	47
Définir la distance.....	47
La distance, un enjeu de terminologie.....	47
L'encombrante distance euclidienne.....	50
La distance possède plusieurs unités de mesure.....	51
La distance prend plusieurs formes : l'importance du réseau.....	53
Distances du transport et géométrie : la convergence de l'espace-temps, l'effet tunnel et l'ordre des proximités.....	56
Les distances des modes de transport.....	58
Transition : vers une définition de la distance.....	62
Distance et pourquoi pas.....	64
Distance et pourquoi pas... espace ?.....	64
Distance et pourquoi pas... vitesse ?.....	65
Distance et pourquoi pas... proximité ?.....	69
Distance et pourquoi pas... mobilité ?.....	71
La distance, donc.....	72
La distance dans les sciences humaines et sociales.....	73
La distance, outil privilégié du géographe.....	74
La distance en économie.....	78
La distance en psychologie.....	80
La distance en sociologie.....	82
Discussion.....	83
La distance en débat.....	85
La fin de la distance ?.....	86
Remise en cause des propriétés mathématiques : les trois erreurs d'interprétation de la violation de l'inégalité triangulaire.....	89

L'inégalité triangulaire respectée : cohérence de la distance et de l'espace et introduction de l'optimum.....	97
La distance et l'optimum.....	100
Transition.....	106
Des distances pour l'urbanisme.....	108
Des trois interprétations contestables de la violation de l'inégalité triangulaire à l'énoncé de trois affirmations.....	108
Première affirmation : la distance est porteuse d'optimalité.....	109
Seconde affirmation : le détour est le plus souvent une recherche d'optimisation.....	112
Troisième affirmation : la pause est un élément de l'optimisation des distances.....	116
Proposition : un système de distances pour l'urbanisme.....	121
Intervenir sur les transports.....	124
Intervenir sur la distribution des fonctions.....	125
Intervenir conjointement sur les transports et sur la distribution des fonctions.....	126
Transition.....	128
Trois axes d'une recherche appliquée sur les distances.....	129
Les distances de l'espace ratatiné : une nouvelle géographie des transports rapides.....	129
Un espace-temps complexe.....	129
Les réseaux de transports transport producteurs de distances : un problème cartographique.....	131
Le froissement et le plissement de l'espace-temps.....	134
Modèles théoriques de représentation de l'espace-temps : l'idée du ratatinement.....	137
Un espace social représenté : « j'ai mis une heure pour venir ».....	139
Une trajectoire de recherche sur les distances de l'espace ratatiné.....	140
Des modèles inspirés des cartes en relief d'espace-temps.....	142
Perspectives.....	144
Les distances entre les villes : de l'accessibilité au potentiel de contact pour relier fonctionnement métropolitain et réseaux de transport.....	146
La ville et les transports interurbains : une association cruciale.....	146
Métropolisation et mobilité.....	148
Les modes de transport de la métropolisation.....	149
Voyages d'affaire et travailleurs mobiles.....	151
Mesurer l'accessibilité des métropoles.....	153
Le potentiel de contact.....	154
Les paramètres de la mesure du potentiel de contact.....	157
La cohésion du réseau de villes.....	159
Une trajectoire de recherche sur les distances entre villes.....	161
Des travaux inspirés des applications du potentiel de contact développées à l'Ifsttar.....	169
Perspectives.....	171
Les distances dans la ville : un urbanisme des transports collectifs.....	172
L'urbanisme orienté vers le rail.....	172
L'urbanisme des transports en commun, une traduction du Transit Oriented Development.....	173
Trois expériences significatives de TOD.....	177
L'enjeu des bonnes pratiques.....	180
Les obstacles à la réalisation d'un urbanisme des transports collectifs.....	181
Critiques du TOD et ses alternatives.....	182
TOD et modélisation.....	184
Une trajectoire de recherche sur l'urbanisme des transports collectifs.....	185
Des travaux inspirés des recherches menées dans Bahn.Ville.....	186
Perspectives.....	187
Conclusion.....	189

Index des illustrations

Illustration 1. Le site de 4 Cantons à Villeneuve d'Ascq (photo L'Hostis 2013).....	4
Illustration 2. Un espace public autour de la station « 4 Cantons Grand Stade » favorisant les distances piétonnes (photo L'Hostis 2013).....	5
Illustration 3. Permanence d'une ligne de désir (photo L'Hostis 2013).....	5
Illustration 4. Un dispositif de gestion de foules créateur de distances piétonnes (photo L'Hostis 2013).....	5
Illustration 5. Distances spontanées, la force de la recherche de l'optimum (photo L'Hostis 2013).....	6
Illustration 6. « Établir des distances entre des fonctions », illustration par la « réparation » d'une forme urbaine conventionnelle monofonctionnelle par l'ajout de nouvelles circulations et de nouvelles fonctions (Tachieva 2010, 87).....	13
Illustration 7. Les distances entre fonctions dans les formes urbaines conventionnelles et « réparées » de Tachieva.....	14
Illustration 8. Trois itinéraires possibles entre deux lieux (L'Hostis 2014).....	17
Illustration 9. L'inversion spatiale (Bunge 1962, 172).....	18
Illustration 10. Inversion spatiale dans un trajet routier urbain entre Noisiel et Villiers-sur-Marne empruntant l'autoroute A4 (http://www.openrouteservice.org/ consulté en 2014).....	18
Illustration 11. Du chemin euclidien à l'inversion spatiale en passant par toutes les formes du détour (L'Hostis 2014).....	19
Illustration 12. Evolution du prix de l'énergie pour les usagers (incluant les taxes) dans les pays de l'OCDE (OECD 2012, 41).....	22
Illustration 13. Une inversion de la tendance à l'étalement urbain (Newman et Kenworthy 2011).....	23
Illustration 14. Evolution de la densité urbaine en Île-de-France entre 2008 et 2012 (Omhovere 2013).....	24
Illustration 15. La distribution des surfaces bâties dans le nord de la France, expression de l'hétérogénéité fondamentale de l'espace (GéoPortail).....	27
Illustration 16. Les distances entre habitants dans un développement emblématique de l'urbanisation actuelle, écoquartier de La Marlière à Courcelle-lès-Lens (Photo : D. Bourbotte 2012).....	28
Illustration 17. La ligne de désir comme solidification des relations sociales (photo L'Hostis 2013)....	30
Illustration 18. Tracé initial et tracé réalisé de la ligne 1 du métro lillois (Barré 1980, 212).....	31
Illustration 19. Tracé actuel des deux lignes du métro lillois dans le secteur Mons-Villeneuve d'Ascq	31
Illustration 20. Localisation de la commune de Lezennes et de la station de métro éponyme.....	32
Illustration 21. Représentation du polycentrisme dans le SDEC.....	36
Illustration 22. Les projets prioritaires du Réseau Trans-Européen de Transport en 2012.....	36
Illustration 23. Les orientations du SCOT de Tours (Beauvais 2011).....	37
Illustration 24. La main du schéma directeur de Copenhague en 1947 (Knowles 2012).....	39
Illustration 25. Le plan directeur régional de Copenhague en 2005 (Regionplan 2005).....	40
Illustration 26. Les métropoles retenues après l'appel à coopération de 2004 de la DATAR.....	41
Illustration 27. Principaux nœuds et flux des voyageurs aériens en classe affaire en Europe en 2005 (Beaverstock 2010).....	42
Illustration 28. La banane bleue de Roger Brunet, figure de la dorsale européenne (Boyer 1989).....	43
Illustration 29. La prégnance de la banane bleue dans les représentations des acteurs de l'aménagement, l'exemple de l'Alsace (Alsace International 2011).....	43
Illustration 30. Première évocation du polycentrisme européen, la grappe de raisin de Kunzmann et Wegener (1991).....	44
Illustration 31. Pronoms personnels et références spatiales (Tuan 1977, 48).....	52
Illustration 32. Une vue de « l'autoroute à vélo » belge Bruxelles-Louvain (Willems 2013).....	52
Illustration 33. Saisonnalité dans la fréquentation de « l'autoroute à vélo » belge Bruxelles-Louvain, indication de l'existence de paramètres liés aux conditions météorologiques dans la formation de la distance (Fagard 2012).....	52
Illustration 34. Entre deux lieux, quatre distances et les itinéraires correspondants (L'Hostis 2014)....	54
Illustration 35. Modification de l'ordre des proximités avec le TGV (L'Hostis 1997, 219).....	57

Illustration 36. Les kilomètres parcourus en fonction du temps pour un conducteur de camion en suivant la législation sociale (L'Hostis 2014).....	60
Illustration 37. Accessibilité terrestre des ports européens tenant compte de la législation sociale des temps de conduite (Chapelon 2006a).....	60
Illustration 38. Distance-temps par les différents modes de transport entre Växjö et Stockholm, de lundi à vendredi en septembre 1980 (Erlandsson 1982).....	61
Illustration 39. Distance-temps de Firminy vers Saint-Étienne en transport collectifs, avec contrainte sur l'heure d'arrivée (Leysens 2011).....	62
Illustration 40. La voile supparum accélératrice des navigations de la Méditerranée antique, Ulysse et les sirènes, mosaïque du 2 ^{ème} siècle, musée du Bardo, Tunisie (Photo Giorces wikimedia commons).....	65
Illustration 41. L'évolution des vitesses moyennes des modes de transport depuis 1800 (Bretagnolle 2009, 118).....	67
Illustration 42. La variation de la vitesse d'un ensemble de liaisons aériennes depuis l'aéroport JFK à New-York (L'Hostis 2009).....	68
Illustration 43. La distance de Tarracina dans l'Aphrodisium à Forum Iulii près de l'embouchure du Var à l'époque romaine, calculée avec l'outil Orbis (http://orbis.stanford.edu) selon un itinéraire en cabotage.....	77
Illustration 44. Quatre villes séparées par des écarts, mesures non optimales violant l'inégalité du triangle, c'est nous qui soulignons (Haggett 2001, 341).....	91
Illustration 45. Quatre villes séparées par des distances, mesures optimales respectant l'inégalité du triangle (Lynch 1981).....	91
Illustration 46. Distances-temps du piéton à Genève en 2000 (Lavadino 2011, 433).....	92
Illustration 47. Distances-temps dans le plan piéton de la ville de Pontevedra (site web www.pontevedra.es consulté en août 2014).....	92
Illustration 48. La grande plaine euclidienne, illustration du respect de l'inégalité triangulaire dans le cas d'une pause nécessaire au cours d'un long trajet (dessin de Jules L'Hostis 2014).....	96
Illustration 49. Trajectoires des traversées piétonnes de la place Elwick à Ashford traitée comme un espace partagé en 2011 (Moody et Melia 2013).....	102
Illustration 50. Buissons épineux au centre du boulevard Montebello à Lille et palissade latérale pour empêcher les cheminements piétons en ligne droite vers l'entrée du collège de Wazemmes (à gauche) et les canaliser vers les passages piétons protégés, renoncement aux principes d'un espace ouvert et lisible (Photo L'Hostis 2014).....	109
Illustration 51. Développement d'un maillon pédestre dans le réseau de transport londonien pour corriger la distance sous-optimale suggérée par le plan de réseau de Beck (L'Hostis 2014).....	110
Illustration 52. L'observation foncière pour la densification et l'amélioration des cheminements pédestres dans les périmètres des gares (L'Hostis et al. 2009).....	111
Illustration 53. Les priorités de la politique d'infrastructure de transport de la Région Pays de la Loire expriment un intérêt pour le projet de contournement sud de l'Île-de-France (« Contribution relative au projet de schéma national des infrastructures de transport du 9 juillet 2010 » 2010).....	112
Illustration 54. Irruption de l'inversion spatiale, forme extrême du détour, avec le développement des grandes vitesses pour un trajet de B vers C (L'Hostis 2014).....	113
Illustration 55. La contribution des systèmes métropolitains aéro-ferroviaires en Europe en 2009 à la possibilité d'allers-retours à la journée, détour et inversion spatiale (Lennert et al. 2010).....	114
Illustration 56. Secteur central du plan de réseau lyonnais, l'intermodalité nécessaire (source http://www.tcl.fr consulté en 2014).....	115
Illustration 57. L'île sur la rivière Mur à Graz, une pause pour favoriser les déplacements pédestres ("The Island in the Mur" 2014).....	116
Illustration 58. Aménagement de la pause dans les cheminements piétons autour de la station de RER de Vincennes (Lavadinho 2011).....	117
Illustration 59. Le Stadtlounge, installation à Saint-Gall en Suisse qui permet la latéralisation dans les déplacements des piétons (Lavadinho 2011, 280).....	117
Illustration 60. Le calvaire Le Keff à Saint-Thegonnec, Finistère, point de repère et aménagement d'une pause spirituelle (Photo Annie L'Hostis 2014).....	118

Illustration 61. La statue de l'ingénieur ferroviaire Lock à Barentin, la possibilité d'une pause esthétique (photo René & Peter van der Krogt 2012 http://www.vanderkrogt.net).....	118
Illustration 62. Représentation mentale de Charlotte de la gare St-Lazare, la pause comme ouverture dans un chemin optimisé (Coralli et L'Hostis 2014, 17).....	119
Illustration 63. Les voisinages de moins de 25 m entre bâtiments mesurés par le modèle Remus (Badariotti, Banos, et Moreno 2007).....	127
Illustration 64. Anamorphoses de l'espace-temps japonais modifié par le développement de la grande vitesse ferroviaire (Shimizu 1992).....	131
Illustration 65. Carte en ressort des distances-temps du Colorado occidental (Tobler 1997).....	132
Illustration 66. Les vallées d'espace-temps du TGV du schéma directeur de 1992 dans l'ouest français (L'Hostis 1997).....	134
Illustration 67. L'aquarium ou cube d'espace-temps, représentation tridimensionnelle emblématique de la time geography (Kwan 2000).....	134
Illustration 68. Le plissement de l'espace créé par une route dans les marais (Bunge 1962, 271).....	135
Illustration 69. Carte en anamorphose de l'espace-temps ferroviaire français en 2011 (Leboeuf et Paix 2012).....	136
Illustration 70. Le mode aérien et les métropoles contre le reste du territoire, une représentation en relief d'espace temps des USA (L'Hostis 2009).....	139
Illustration 71. La première représentation en relief d'espace temps en 1992, photographie d'écran d'ordinateur (L'Hostis 2014).....	141
Illustration 72. L'espace-temps routier londonien représenté par une portion d'hémisphère en trois dimensions (Hyman et Mayhew 2004).....	143
Illustration 73. Le schéma de Rem Koolhaass pour Euralille, un espace de flux (Philippe Menerault et al. 2006).....	146
Illustration 74. La gare TGV de Lille-Europe, élément central du quartier Euralille (Photo L'Hostis 2013).....	146
Illustration 75. Représentation conceptuelle du potentiel de contact entre villes (Engström et Sahlberg 1973).....	154
Illustration 76. Modèles de la configuration spatiale et organisationnelle des firmes (Törnqvist 1970).....	155
Illustration 77. Paramètres de l'indicateur de contactabilité: les allers retours à la journée entre métropoles par des chaînes monomodales.....	158
Illustration 78. Paramètres de l'indicateur de contactabilité: les allers retours à la journée entre métropoles par des chaînes intermodales.....	158
Illustration 79. Potentiel de contact bi-directionnel entre métropoles européennes en 2009: l'avion et le train.....	159
Illustration 80. La carte de l'accessibilité multimodale européenne de Spiekermann et Wegener (Philippe Mathis et al. 2004).....	162
Illustration 81. Liens du potentiel de contact entre les 72 Métropoles Européennes de Croissance (MEGA) en 2003 (Philippe Mathis et al. 2004).....	163
Illustration 82. Chaîne de déplacement performante pour une mobilité quotidienne pour des déplacements domicile-travail (L'Hostis et Baptiste 2006).....	164
Illustration 83. Les allers retours à la journée entre les villes de la région Nord-Pas-de-Calais (L'Hostis et Baptiste 2006).....	165
Illustration 84. Paramètres des déplacements d'une journée de travail avec pause méridienne (Conesa 2012).....	166
Illustration 85. Nombre de villes contactables avec l'interconnexion sud TGV Île-de-France et détail des Allers-Retours empruntant la nouvelle infrastructure (L'Hostis 2014).....	166
Illustration 86. Evolution du potentiel de contact avec l'ouverture prévue en 2017 de la ligne ferroviaire à grande vitesse Tours-Bordeaux (L'Hostis 2013).....	168
Illustration 87. Le potentiel de polycentrisme en Europe vu par le BBR (ESPON et BBR 2006).....	169
Illustration 88. Le potentiel de contact aérien de Munich en 2013 (Büttner et al. 2010).....	170
Illustration 89. Les paramètres des allers-retours du potentiel de contact de Munich (Büttner et al. 2010).....	170

Illustration 90. Les paramètres du potentiel de contact touristique de (Coronado et al. 2014).....	171
Illustration 91. Le potentiel de redéveloppement de la ville sur elle-même autour du rail, l'exemple du Chambon-Feugerolles (L'Hostis et al. 2009).....	173
Illustration 92. Les possibilités d'interactions sociales dans la rue baissent quand le trafic automobile croît (Appleyard 1980, 21).....	175
Illustration 93. Logement construits et périmètres d'influence des gares sur le territoire du projet Stedenbaan (Geurs et al. 2012).....	178
Illustration 94. Objectifs de fréquentation à atteindre pour passer de 4 à 6 trains par heure sur les lignes ferroviaires du projet Stedenbaan (Geurs et al. 2012).....	178
Illustration 95. Les espaces de développement du logement prévus dans le Plan Local de l'Habitat de LMCU en 2011.....	179
Illustration 96. La gare de Burbach et le quartier de Saarterrassen à Sarrebruck, une occasion ratée d'urbanisme ferroviaire (Photos L'Hostis 2008).....	181
Illustration 97. La coupure urbaine du système de bus Transmilenio de Bogotá (Cervero 2012).....	183
Illustration 98. La boucle de rétroaction entre transport et usage du sol (Wegener 2004).....	184
Illustration 99. Nuage de mots du texte du présent mémoire.....	194

Index des tableaux

Tableau 1.Échelons territoriaux des compétences en aménagement (L'Hostis 2014).....	35
Tableau 2. Échelons territoriaux des compétences en transport (L'Hostis 2014).....	35
Tableau 3. La convergence de l'espace-temps (Janelle 1968, 9).....	57
Tableau 4. Coûts monétaires en centimes d'euros par kilomètre par modes de transport de personnes aux Pays-Bas, prix de 1990 (Rietveld et Vickermann 2004, 238).....	86
Tableau 5. Un système de distances pour l'urbanisme (L'Hostis 2014).....	122
Tableau 6. Voyages à longue distance en France en 2010 (Roussel 2011).....	153
Tableau 7. Synthèse des paramètres des principales applications du potentiel de contact (L'Hostis 2014).....	164
Tableau 8. Test de sensibilité du filtrage des chemins : les difficultés de l'extension aux nuitées (L'Hostis 2014).....	167
Tableau 9. Les rapports entre modes de transport et urbanité (L'Hostis 2014).....	175
Tableau 10. Conditions du transfert et de l'apprentissage par l'étude de cas (Tan 2013).....	180

Index des encarts

Encart 1.....	6
Encart 2.....	24
Encart 3.....	33
Encart 4.....	44
Encart 5.....	63
Encart 6.....	72
Encart 7.....	83
Encart 8.....	107
Encart 9.....	128
Encart 10.....	144
Encart 11.....	171
Encart 12.....	187

Bibliographie

- Abbott, Mick. « Visualising a Temporal Cartography of Travel ». In *Geospatial Visualisation*, édité par Antoni Moore et Igor Drecki, 3-17. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer Berlin Heidelberg, 2013. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-12289-7_1.
- Abler, R., D.G. Janelle, A. Philbrick, et J. Sommer. *Human Geography in a Shrinking World*. Scituate: Duxbury press, 1975.
- Aguilera, Anne. « Business travel and mobile workers ». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 42, n° 8 (2008): 1109-16.
- Aguilera, Anne, et Virginie Lethiais. « Transmission des connaissances dans les relations de coopération inter-entreprises: TIC versus face à face ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 2 (2011): 269-93.
- Ahmed, Nobbir, et Harvey J. Miller. « Time-space transformations of geographic space for exploring, analyzing and visualizing transportation systems ». *Journal of Transport Geography* 15, n° 1 (2007): 2-17. doi:10.1016/j.jtrangeo.2005.11.004.
- Allain, Rémy. *Morphologie urbaine*. Armand Collin., 2004. http://www.armand-collin.com/livre_print.php?idp=269481.
- — —. « Ville et proximité. Le point de vue d'un géographe-urbaniste ». *Mots. Les langages du politique*, n° 77 (2005): 129-36.
- Alsace International. « Alsace's Location - Alsace.com The European Rendez-Vous », 2011. <http://www.alsace.com/en/other/data-center/location/?lang=en>.
- Amar, Georges. « Complexes d'échanges urbains, du concept au projet, le cas de la Défense ». *Les Annales de la recherche urbaine*, n° 71 (1996): 93-100.
- — —. *Mobilités urbaines: éloge de la diversité et devoir d'invention*. La Tour d'Aigues: Editions de l'Aube, 2004.
- Amar, Georges, V. Michaud, Y. Bellec, et B. Segrestin. *Le Piéton considérable, la marche au coeur des mobilité, 1ère phase du séminaire: le partage de connaissances*. Paris: RATP, 2007.
- Amin, Ash. *Post-Fordism: a reader*. Vol. 1. 440 vol. Blackwell Oxford, 1994. <http://www.lavoisier.fr/livre/notice.asp?depuis=e.lavoisier.fr&id=9780631188575>.
- Appleyard, Donald. « Livable streets: protected neighborhoods? » *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science* 451, n° 1 (1980): 106-17.
- Armstrong, John. « Transport History, 1945-95: The Rise of a Topic to Maturity ». *Journal of Transport History* 19, n° 2 (1998): 103-121.
- Arnaud, Aurélie, et Paule-Annick Davoine. « Approche cartographique et géovisualisation pour la représentation de l'incertitude ». In *Actes de Colloque: SAGEO*, 2009. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00667166>.
- Arrington, G. B., et Robert Cervero. *Effects of TOD on Housing, Parking, and Travel*. TCRP Report, 2008. <http://www.reconnectingamerica.org/assets/Uploads/finalreporttcrp128.pdf>.
- Atkin, R. H. « An algebra for patterns on a complex, II ». *International Journal of Man-Machine Studies* 8, n° 5 (1976): 483-98.
- Augoyard, Jean-François. « Le Pas: approche de la vie quotidienne dans un habitat collectif à travers la pratique des cheminements », 1976.
- Badariotti, Dominique, Arnaud Banos, et Diego Moreno. « Conception d'un automate cellulaire non stationnaire à base de graphe pour modéliser la structure spatiale urbaine: le modèle Remus ». *Cybergeog: European Journal of Geography*, 3 octobre 2007. doi:10.4000/cybergeog.10993.
- Baerenholdt, Jorgen Ole. « Experiencing mobility, mobilizing experience ». In *New Mobilities Regimes in Art and Social Sciences*, par Susanne Witzgall, Gerlinde Vogl, et Sven Kesselring, 287-298, Édition : New edition. Farnham, surrey ; Burlington, VT: Ashgate Publishing Limited, 2013.
- — —. « Governmobility: The powers of mobility ». *Mobilities* 8, n° 1 (2013): 20-34.
- Bae, Sang, et Kyung-Yong Chwa. « Shortest Paths and Voronoi Diagrams with Transportation Networks Under General Distances ». In *Algorithms and Computation*, édité par Xiaotie Deng et Ding-Zhu Du, 3827:1007-1018. Lecture Notes in Computer Science. Springer Berlin / Heidelberg, 2005. <http://www.springerlink.com/content/pl720081524jt4n2/abstract/>.

- Bailly, Antoine. « Distances et espaces: vingt ans de géographie des représentations ». *L'espace géographique*, n° 3 (1985): 197-205.
- — —. « Les Représentations de la distance et de l'espace: mythes et constructions mentales ». *RERU*, n° 2 (1990): 265-270.
- Baird, John C., Mark Wagner, et Elliot Noma. « Impossible Cognitive Spaces ». *Geographical Analysis* 14, n° 3 (1982): 204-16. doi:10.1111/j.1538-4632.1982.tb00069.x.
- Bairoch, Paul. « De Jéricho à Mexico: villes et économie dans l'histoire », 1985, 707.
- Bán, Dávid. « The Railway Station in the Social Sciences ». *Journal of Transport History* 28, n° 2 (2007): 289-581.
- Banister, David. « The trilogy of distance, speed and time ». *Journal of Transport Geography* 19, n° 4 (2011): 950-59.
- Baron-Yellès, Nacima. *Le tourisme en France: Territoires et stratégies*. Armand Colin, 1999.
- Barré, Alain. « Transport et aménagement urbain: l'exemple du métro dans les grandes métropoles régionales françaises ». *Revue de géographie de Lyon* 55, n° 3 (1980): 209-30.
- Bathelt, Harald, Anders Malmberg, et Peter Maskell. « Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation ». *Progress in Human Geography* 28, n° 1 (2004): 31 -56. doi:10.1191/0309132504ph469oa.
- Baudelle, Guy, et Jean Peyrony. « Le Polycentrisme en France: cheminement d'un concept ». *Territoires 2030* 1 (2005): 89-101.
- Bauman, Zygmunt. *Liquid modernity*. Vol. 9. Polity Press Cambridge, 2000. <http://neilsquire.pbworks.com/w/file/fetch/35116162/Bauman-Liquid%EE%80%80Modernity%EE%80%81.pdf>.
- Bavoux, Jean-Jacques. « Structuration du territoire bourguignon: de l'île à l'isthme ». *Revue Géographique de l'Est* 46, n° 1-2 (2009). <http://rge.revues.org/1195#tocto2n7>.
- Bavoux, Jean-Jacques, Francis Beaucire, Laurent Chapelon, et Pierre Zembri. *Géographie des transports*. Paris: Armand Colin, 2005.
- BBR. *Integrated analysis of transnational and national territories based on ESPON results*. ESPON, 2006. http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_ScientificPlatform/Menu_MapUpdates/accessibility.html.
- Beaude, Boris. « De l'importance des lieux réticulaires ». *Carnets de Géographes* 2 (2011). http://infoscience.epfl.ch/record/165649/files/debat_02_02_Beaude.pdf.
- Beauvais, Jean-Marie. « Vivre post-carbone : Tours en 2030 ». *Territoires du futur*, 2011.
- Beaverstock, Jonathan V., Ben Derudder, James Faulconbridge, et Frank Witlox. *International Business Travel in the Global Economy*, 2010. http://www.ashgate.com/default.aspx?page=637&title_id=10198&edition_id=12677&calcTitle=1.
- Behrens, Christiaan, et Eric Pels. « Intermodal competition in the London-Paris passenger market: High-Speed Rail and air transport ». *Journal of Urban Economics* 71, n° 3 (2012): 278-288. doi:10.1016/j.jue.2011.12.005.
- Behrens, K., A. R. Lamorgese, G. I. P. Ottaviano, et T. Tabuchi. « Changes in transport and non-transport costs: local vs global impacts in a spatial network ». *Regional Science and Urban Economics* 37, n° 6 (2007): 625-48.
- Belton, Leslie. « De la permanence du concept de frontière. Les liens entre travail et vie privée à La Défense ». *Espaces et sociétés* n° 138, n° 3 (2009): 99-113. doi:10.3917/esp.138.0099.
- Berthaut, Général. « Topographie, topométrie et topologie [Lettre du général Berthaut à Mr. Paul Girardin] ». *Annales de Géographie* 21, n° 115 (1912): 73-80. doi:10.3406/geo.1912.7294.
- Bertin, Jacques. *Sémiologie graphique*. Paris: Mouton Gauthier-Villars, 1973.
- Bertolini, L., et T. Spit. *Cities on rails: the redevelopment of railway station areas*. London: E & FN Spon, 1998.
- Bertolini, Luca, Frank Le Clercq, et Loek Kapoen. « Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward ». *Transport Policy* 12, n° 3 (2005): 207-220.
- Besset, Maurice. *Le Corbusier*. Skira, 1987. <http://www.getcited.org/pub/102556735>.

- Bessy-Pietri, Pascale. « Les formes récentes de la croissance urbaine ». *Economie et statistique* 336, n° 1 (2000): 35-52. doi:10.3406/estat.2000.7509.
- Blotevogel, Hans Heinrich. « Deutsche Metropolregionen in der Vernetzung ». *Informationen zur Raumentwicklung* 6, n° 7 (2002): 345-51.
- Boden, Deirdre, et Harvey Molotch. « The Compulsion of proximity ». In *Nowhere: Space, Time and Modernity*, par Deirdre Boden et R. Friedland, 257-286. Berkeley: University of California Press, 1994.
- Bogardus, Emory Stephen. « A social distance scale ». *Sociology & Social Research*, 1933. <http://psycnet.apa.org/psycinfo/1933-03965-001>.
- Boggs, Samuel Whittemore. « Mapping the Changing World: Suggested Developments in Maps. » *Annals of the Association of American Geographers* 31, n° 2 (1941): 119-128. doi:Article.
- Bordreuil, Samuel. « De la Densité habitante aux densités mouvantes: l'hyperurbanité ». *Annales de la Recherche Urbaine* 67 (1995): 4-15.
- — —. « Urbaniser le mouvement? Flux et interactions ». In *Mobilité et écologie urbaine*, édité par Alain Bourdin, 127-153. Descartes & Cie, 2007.
- Bouba-Olga, Olivier, et Michel Grossetti. « Socio-économie de proximité ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 3 (2008): 311-28.
- Boumoud, Abdelhakim. « La grande gare contemporaine et le labyrinthe du transport multimodal: vers une nouvelle approche de la lisibilité, l'exemple de la gare de la Part-Dieu à Lyon ». Université de Grenoble, 2012. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00956736/>.
- Bourdeau-Lepage, Lise, et Jean-Marie Huriot. « On poles and centers: Cities in the French Style ». *Urban Public Economics Review* 3 (2005): 13-36.
- Bousch, Denis. « La grande illusion. Vienne ou l'impossible métropole ». *Romantisme* 24, n° 83 (1994): 73-80. doi:10.3406/roman.1994.5936.
- Boyer, Jean-Claude. *Les Villes européennes*. Paris: Documentation française, RECLUS, DATAR, 1989.
- Bozzani-Franc, Sandra. « Grandes Vitesses, Métropolisation et Organisation des territoires: L'apport de l'intermodalité aéro-ferroviaire à grande vitesse au rayonnement métropolitain ». Géographie et Aménagement, Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2006. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00294581>.
- Bozzani, Sandra. « L'Intermodalité air-fer à grande vitesse au service du rayonnement métropolitain: étude de l'articulation modale à l'aéroport de Roissy-Ch. de Gaulle au départ de Lille ». *Cahiers Scientifiques du Transport* 47 (2005): 61-88.
- Braudel, F. *Civilisation matérielle, économie et capitalisme, Les Jeux de l'échange*. Paris: Armand Colin, 1979.
- Brès, Antoine. « De la voirie à la rue: riveraineté et attrition. Des stratégies d'inscription territoriale des mobilités périurbaines ». *Flux*, n° 4 (2006): 87-95.
- — —. « Le système des voies urbaines: entre réseau et espace ». *Flux* 14, n° 34 (1998): 4-20. doi:10.3406/flux.1998.1233.
- — —. « Train stations in areas of low density and scattered urbanisation: towards a specific form of rail oriented development ». *Town Planning Review* 85, n° 2 (2014): 261-272. doi:10.3828/tpr.2014.16.
- Bretagnolle, Anne. « De la théorie à la carte: histoire des représentations géographiques de l'espace-temps », 2005. <http://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00156769/>.
- — —. « Villes et réseaux de transport: des interactions dans la longue durée (France, Europe, États-Unis) », 2009. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00459720/fr/>.
- Brühlhart, Marius, Matthieu Crozet, et Pamina Koenig. « Enlargement and the EU periphery: the impact of changing market potential ». *The World Economy* 27, n° 6 (2004): 853-75.
- Brunet, Roger. *La Carte mode d'emploi*. Paris: Fayard/RECLUS, 1987.
- — —. « Les sens de la distance ». *Atala* 12 (2009): 13-32.
- — —. « Structure et dynamisme de l'espace français: schéma d'un système ». *Espace géographique* 2, n° 4 (1973): 249-54.
- Brunet, Roger, Robert Ferras, et Hervé Théry. *Les mots de la géographie: Dictionnaire critique*. 3e édition revue et augmentée. La Documentation Française, 2005.

- Brunn, Stanley D., et Thomas R. Leinbach. *Collapsing space and time: geographic aspects of communications and information*. Routledge, 1991.
- Budde, Rüdiger, Christoph Ehler, Uwe Neumann, Matthias Peistrup, Busso Grabow, Beate Hollbach-Grömig, Antje Seidel-Schulze, Laura Trofin, et Rolf Bergs. *Second State of European Cities Report*. Essen: RWI, 2010. http://courses.arch.ntua.gr/fsr/141912/stateofcities_2010.pdf.
- Bunge, William. *Theoretical geography*. Seconde éd. augmentée 1966. Lund: Gleerup, 1962.
- Büttner, Benjamin, Johannes Keller, Gebhard Wulfhorst, Peter Lintner, et Horst Mentz. *Ein Erreichbarkeitsatlas für die Europäische Metropolregion München*. Europäische Metropolregion München, TUM, 2010.
- Cabinet VCA. *Rôle économique des grandes villes et agglomérations*. Association des Maires de Grandes Villes de France, 2012. <http://www.grandesvilles.org/espace-presse/communiqués-presse/exclusivité-pour-première-fois-pib-grandes-villes-mesure>.
- Cadwallader, Martin. « Problems in Cognitive Distance Implications for Cognitive Mapping ». *Environment and Behavior* 11, n° 4 (1979): 559-76.
- Cairncross, Frances. *The death of distance: How the communications revolution is changing our lives*. Harvard Business Press, 2001.
- Calthorpe, Peter. *The next American metropolis: Ecology, community, and the American dream*. Princeton Architectural Press, 1993.
- Castells, Manuel. « Local and global: cities in the network society ». *Tijdschrift voor economische en sociale geografie* 93, n° 5 (2002): 548-58.
- — —. « The Networked City: Réseaux, espace, société ». *EspacesTemps.net*, 2009. <http://espacestems.net/document7443.html>.
- — —. *The Rise of the Network Society*. Oxford: Blackwell, 1996.
- Castel, Yves-Pascal. *Atlas des croix et calvaires du Finistère*. Quimper: Société Archéologique du Finistère, 1980.
- Cauvin, C. « Espaces cognitifs et transformations cartographiques », 1984.
- Cauvin, Colette, et Henri Reymond. *Nouvelles méthodes en cartographie*. Paris: GIP RECLUS, 1986.
- Cederman, Lars-Erik. « Endogenizing geopolitical boundaries with agent-based modeling ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99, n° suppl 3 (2002): 7296-7303.
- Certeau, Michel de. « Practices of space ». *On Signs*, 1985, 122-45.
- CERTU. *Évaluation des transports en commun en site propre: indicateurs transport pour l'analyse et le suivi des opérations*. Lyon: CERTU, 1997.
- Cervero, Robert. « A Panorama of TOD, principles and experiences ». présenté à BUFTOD, Marne-la-Vallée, 2012.
- — —. *The Transit Metropolis, a Global Inquiry*. Washington: Island Press, 1998.
- Cervero, Robert, et K. Kockelman. « Travel demand and the 3Ds: density, diversity and design ». *Transportation research Part D* 2, n° 3 (1997): 199-219.
- Cervero, Robert, et Jin Murakami. « Rail+ Property Development: A model of sustainable transit finance and urbanism », 2008. <http://escholarship.org/uc/item/6jx3k35x.pdf>.
- Chabot, Georges. « La vitesse des navires anciens ». *Annales de Géographie* 51, n° 288 (1942): 284-302. doi:10.3406/geo.1942.12093.
- Chamboredon, Jean-Claude, et Madeleine Lemaire. « Proximité spatiale et distance sociale. Les grands ensembles et leur peuplement ». *Revue française de sociologie*, 1970, 3-33.
- Chapelon, Laurent. « L'accessibilité, marqueur des inégalités de rayonnement des villes portuaires en Europe ». *Cybergeo: European Journal of Geography*, 2006. doi:10.4000/cybergeo.2463.
- — —. « Politiques de transport et accessibilité: contribution à la conception de réseaux et de services de transport ». Thèse d'habilitation, Montpellier III, 2006.
- Chapelon, Laurent, Alain L'Hostis, et Philippe Mathis. « Transport et espace: l'interaction des échelles spatiales et temporelles ». In *journées du programme Environnement, Vie et Société du CNRS: « Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement »*, 13. Paris, 15-17 janvier 1996, 1996.
- Chardonnel, Sonia. « La Time-geography: les individus dans le temps et l'espace ». In *Modèles en analyse spatiale*, 129-156. Traité Information Géographique et Aménagement du Territoire, Série aspects fondamentaux de l'analyse spatiale. Paris: Lavoisier, 2001.

- Chatman, Daniel G. « Does TOD Need the T? » *Journal of the American Planning Association* 79, n° 1 (2013): 17-31. doi:10.1080/01944363.2013.791008.
- Chevallier, Raymond. *Les voies romaines*. Picard, 1997.
- Chivallon, Christine. « L'espace, le réel et l'imaginaire: a-t-on encore besoin de la géographie culturelle ? » *Annales de géographie* n° 660-661, n° 2 (2008): 67-89. doi:10.3917/ag.660.0067.
- Choay, Françoise. « La mort de la ville et le règne de l'urbain ». In *La Ville: art et architecture en Europe, 1873-1993*, 26-39, 1994.
- Clanché, François, et Odile Rascol. « Le découpage en unités urbaines de 2010, L'espace urbain augmente de 19% en une décennie ». *Insee Première*, n° 1364 (2011): 4.
- Clark, G. « Where is Stranraer now? Space-time convergence re-visited ». *World Transport Policy & Practice* 5, n° 2 (1999): 11-17.
- Coiffard, Pauline, et Catherine Figuière. « Mobilité durable et "imbroglio" institutionnel: quelle compatibilité ? Le cas de l'agglomération grenobloise ». Orléans, 2012. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00713065>.
- Colletis-Wahl, Kristian. « Micro-institutions et proximités: quelles lectures des dynamiques territoriales? » *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 2 (2008): 251-64.
- Comby, Joseph. « Retour sur la loi d'orientation foncière de 1967 et ses déconvenues ». *Études foncières*, n° 77 (1997): 5.
- Comby, Joseph, et Vincent Renard. *Les politiques foncières*. Vol. 3143. Presses universitaires de France, 1996.
- Commenges, Hadrien. « Socio-économie des transports: une lecture conjointe des instruments et des concepts ». *Cybergeo: European Journal of Geography*, 2013. doi:10.4000/cybergeo.25750.
- « Commission Européenne, Programmation financière et budget, Budget expliqué, Système budgétaire, Où va l'argent? » *europa.eu*, 2014. http://ec.europa.eu/budget/explained/budg_system/fin_fw0713/fin_fw0713_fr.cfm.
- Conesa, Alexis. « Accessibilités et discontinuités spatio-temporelles multiscalaires en Nord—Pas-de-Calais. Une région carrefour au territoire fragmenté? » *Territoire en mouvement*, n° 16 (2012): 18-37.
- — —. « Modélisation des réseaux de transport collectifs métropolitains vers la structuration territoriale des réseaux. Applications au Nord-Pas-de-Calais et à Provence-Alpes-Côte d'Azur ». Géographie et Aménagement, Université des Sciences et Technologie de Lille - Lille I, 2010. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00544233>.
- Conférence des Régions Périphéries Maritimes. « Étude sur la construction d'un modèle de développement polycentrique et équilibré du territoire », 2002.
- Conseil Économique, Social et Environnemental des Pays de la Loire. *Contribution relative au projet de schéma national des infrastructures de transport du 9 juillet 2010*. Nantes: Conseil Économique, Social et Environnemental des Pays de la Loire, 2010. http://ceser.paysdelaloire.fr/images/stories/etudes-publications/transport/2010-11-19_SNIT-valide.pdf.
- Cooper, Robert, et John Law. « Organization: Distal and proximal views ». *Research in the Sociology of Organizations* 13 (1995): 237-74.
- Coralli, Monica, et Alain L'Hostis. « Le Train et la ville: un jeu de distances et de proximités ». à paraître, 2014, 17.
- Coronado, José Maria, Maddi Garmendia, Amparo Moyano, et José Maria Ureña. « Assessing the spanish HSR network utility for tourims ». *Recherche Transports Sécurité*, 2014, 31.
- Costeseque, Guillaume, et Jean-Patrick Lebacque. « A variational formulation for higher order macroscopic traffic flow models: numerical investigation », 2013. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00862966>.
- Coulombel, Nicolas. « Tackling the Urban Sprawl Issue: A Monocentric Analysis of Housing Budget Restrictions, Including and Without Transportation ». In *56th Annual North American Meetings of the RSAI (Regional Science Association International)*, 2009. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00852913/>.

- Coulombel, Nicolas, et Fabien Leurent. « Les ménages arbitrent-ils entre coût du logement et coût du transport: une réponse dans le cas francilien ». *Economie et statistique* 457 (2013): 57-75.
- Courteix, Julian. « Emboîtement de compétences relatives aux transports publics et frontières institutionnelles dans une agglomération multipolaire: le cas des Alpes-Maritimes. » Géographie, Université de Cergy Pontoise, 2013. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00872815>.
- Crang, Michael, Tracie Crosbie, et Stephen Graham. « Technology, time-space, and the remediation of neighbourhood life ». *Environment and Planning A* 39, n° 10 (2007): 2405.
- Cresswell, Tim. « The production of mobilities ». *New Formations*, n° 43 (2001): 11-25.
- Crozet, Yves, Jean-Pierre Orfeuil, et Marie-Hélène Massot. « Mobilité urbaine: cinq scénarios pour un débat », 2001. http://hal.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=9ch44577b81ec6gq2hqfra6722&view_this_doc=halshs-00180275&version=1.
- Dablanc, Lætitia, et Dina Andriankaja. « Desserrement logistique en Île-de-France: la fuite silencieuse en banlieue des terminaux de fret ». *Flux*, n° 3 (2011): 72-88.
- D'Arcy, T. *Forme et croissance*. Paris: Seuil, 1994.
- Davezies, Laurent. « L'économie locale «résidentielle» ». *Géographie, économie, société* 11, n° 1 (2009): 47-53.
- Debrezion, Ghebreegziabiher, Eric Pels, et Piet Rietveld. « The Impact of Railway Stations on Residential and Commercial Property Value: A Meta-analysis ». *The Journal of Real Estate Finance and Economics* 35, n° 2 (2007): 161-180. doi:10.1007/s11146-007-9032-z.
- Decoupigny, Fabrice. « Métropolisation des espaces naturels et indicateurs de localisation résidentielle en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur ». *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, n° 4 (2007): 589-607.
- Deleuze, Gilles, et Félix Guattari. *Mille plateaux*. Paris: Éditions de minuit, 1980. http://www.meetopia.net/cc/10-11-eletronic_remediation/pdf/rhizome.pdf.
- De Montjoye, Yves-Alexandre, César A. Hidalgo, Michel Verleysen, et Vincent D. Blondel. « Unique in the Crowd: The privacy bounds of human mobility ». *Scientific reports* 3 (2013). [http://www.nature.com/srep/2013/130325/srep01376/full/srep01376.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+mediaredef+\(jason+hirschhorn%27s+Media+ReDEFINED\)](http://www.nature.com/srep/2013/130325/srep01376/full/srep01376.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+mediaredef+(jason+hirschhorn%27s+Media+ReDEFINED)).
- Denain, Jean-Charles, et Patrice Langlois. « Cartographie en anamorphose ». *Mappemonde* 49, n° 1 (1998): 16-19.
- Deutsch, Karl W., et Walter Isard. « A note on a generalized concept of effective distance ». *Behavioral Science* 6, n° 4 (1961): 308-11.
- De Witte, Astrid, Joachim Hollevoet, Frédéric Dobruszkes, Michel Hubert, et Cathy Macharis. « Linking modal choice to motility: A comprehensive review ». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 49 (2013): 329-341. doi:10.1016/j.tra.2013.01.009.
- Dibble, Catherine. « Computational laboratories for spatial agent-based models ». *Handbook of computational economics* 2 (2006): 1511-48.
- Diener, Yann. « Un Espace chiffonné est-il un espace lacanien? » *Essaim - Revue de Psychanalyse*, n° 21 (2008): 9-15.
- Dijst, Martin. « Spatial policy and passenger transportation ». *Netherlands journal of housing and the built environment* 12, n° 1 (1997): 91-111.
- Disdier, Anne-Célia, et Keith Head. « The Puzzling Persistence of the Distance Effect on Bilateral Trade ». *Review of Economics and Statistics* 90, n° 1 (2008): 37-48. doi:10.1162/rest.90.1.37.
- Dittmar, Hank, et Gloria Ohland. *The New Transit Town, best practices in transit-oriented development*. Washington: Island Press, 2004.
- Donzelot, Jacques. « La Ville à trois vitesses ». *Revue Esprit*, 2008. <http://www.esprit.presse.fr/review/article.php?code=7903>.
- Dumolard, Pierre. « Distances, accessibility and spatial diffusion ». In *Modelling urban dynamics*, édité par Marius Thériault et François des Rosiers, 189-204. Geographical Information Systems series. ISTE/Wiley, 2011.
- Dupuy, Gabriel. *La dépendance automobile: symptômes, analyses, diagnostic, traitements*. 1 vol. Villes (Paris), ISSN 1160-3690. Paris, France: Anthropos : diff. Economica, 1999.
- — —. *L'Urbanisme des réseaux*. Paris: Armand Colin, 1991.

- — —. *Systèmes, réseaux et territoires: principes de réseautique territoriale*. Paris: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1985.
- Durand-Dastès, François. « La question "Où?" et l'outillage géographique ». *Espaces Temps* 26, n° 1 (1984): 8-21.
- Duranton, Gilles. « Distance, land, and proximity: economic analysis and the evolution of cities ». *Environment and Planning A* 31 (1999): 2169-88.
- Duranton, Gilles, et Diego Puga. « Micro-foundations of urban agglomeration economies ». *Handbook of regional and urban economics* 4 (2004): 2063-2117.
- Duron, Philippe. *Mobilité 21 « pour un schéma national de mobilité durable »*. Paris: Ministère du Développement durable, 2013. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Remise-du-rapport-Mobilite-21-pour.html>.
- Duthilleul, Jean-Marie. *Circuler, quand nos mouvements façonnent les villes*. Éditions Alternatives. Paris, 2012. <http://www.editionsalternatives.com/site.php?type=P&id=1074>.
- Eaton, Jonathan, et Samuel Kortum. « Technology, Geography, and Trade ». *Econometrica* 70, n° 5 (2002): 1741-79. doi:10.1111/1468-0262.00352.
- Ehrenberg, Alain. *L'individu incertain*. Calmann-Lévy, 1995.
- Ellis, Cliff. « The new urbanism: Critiques and rebuttals ». *Journal of Urban Design* 7, n° 3 (2002): 261-91.
- Erlandsson, Ulf. « Contact potentials in the European system of cities ». In *Spatial inequalities and regional development*, 93-116, 1979.
- — —. « What Is Time Distance? » *Area* 14, n° 2 (1982): 167-170.
- ESPON, et BBR. *ESPON atlas, Mapping the structure of the European territory*. BBR, 2006.
- Étude comparative des temps de déplacement selon les modes*. Paris: Mairie de Paris, Direction de la voirie et des déplacements, 2007.
- European Commission. *European Spatial Development Perspective: Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union*. Luxembourg: European Commission, 1999.
- European Urban Charter II, Manifesto for a New Urbanity*. Strasbourg: The Congress of Local and Regional Authorities, 2008.
- Ewing, G.O., et R. Wolfe. « Surface feature interpolation on two-dimensional time-space maps ». *Environment and Planning A* 9 (1977): 419-437.
- Ewing, Reid, et Robert Cervero. « Travel and the built environment ». *Journal of the American Planning Association* 76, n° 3 (2010): 265-94.
- Fagard, Steven. *Fietstellingen HST-route*. Provincie Vlaams Brabant, 2012. http://www.vlaamsbrabant.be/binaries/Eindrapport_onderzoek_HST-route_tcm5-90151.pdf.
- Faghri, Arsalan, et Mohan Venigalla. « Measuring Travel Behavior and Transit Trip Generation Characteristics of Transit-Oriented Developments ». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 2397 (1 décembre 2013): 72-79. doi:10.3141/2397-09.
- Fahrig, Lenore. « Non-Optimal Animal Movement in Human-Altered Landscapes ». *Functional Ecology* 21, n° 6 (2007): 1003-15. doi:10.1111/j.1365-2435.2007.01326.x.
- Faludi, Andreas, et Bas Waterhout. *The Making of the European Spatial Development Perspective, No masterplan*. London: Routledge, 2002.
- Feiock, Richard C., M. Jae Moon, et Hyung Jun Park. « Is the World "Flat" or "Spiky"? Rethinking the Governance Implications of Globalization for Economic Development ». *Public Administration Review* 68, n° 1 (2008): 24-35. doi:10.1111/j.1540-6210.2007.00832_2.x.
- Felsenstein, Joseph. « Distance methods: A reply to Farris ». *Cladistics* 2, n° 2 (1986): 130-43.
- Fischer, Claude S. « The Public and Private Worlds of City Life ». *American Sociological Review* 46, n° 3 (juin 1981): 306. doi:10.2307/2095062.
- Flament, C. *Théorie des graphes et structures sociales*. Paris: Gauthier-Villars/Mouton, 1968.
- Fleury, Antoine. « Espaces publics et environnement dans les politiques urbaines à Paris et à Berlin ». *Annales de géographie*, n° 11 (2009): 66-86.
- Florida, Richard. « Cities and the Creative Class ». *City and Community* 2, n° 1 (2003): 3-19. doi:10.1111/1540-6040.00034.

- — —. « The world is spiky Globalization has changed the economic playing field, but hasn't leveled it ». *Atlantic Monthly* 296, n° 3 (2005): 48.
- Fol, Sylvie, et Caroline Gallez. « Mobilité, accessibilité et équité : pour un renouvellement de l'analyse des inégalités sociales d'accès à la ville ». In *Actes*, 2013. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00780292>.
- Foray, Dominique, et Bengt-Ake Lundvall. « The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy ». In *Employment and Growth in the Knowledge-based Economy*, OECD., 11-32, 1996. <http://infoscience.epfl.ch/record/53022>.
- Forer, Pip. « A Place for plastic space ». *Progress in human geography* 2, n° 2 (1978): 230-267.
- Fouchier, Vincent. « Mobilité et densité urbaine ». In *Les vitesses de la ville*, édité par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube., 59-72. La Tour d'Aigues, 1999.
- Fourny, Marie-Christine, Grégoire Feyt, Thomas Leysens, Sylvie Duvillard, Kirsten Koop, et Magali Talandier. « Quelle gouvernance territoriale pour une urbanisation orientée par le rail dans les aires métropolitaines? Les leçons d'une expérimentation régionale ». Louvain, 2013. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00965187>.
- Fréchet, Maurice. « Relations entre les notions de limite et de distance ». *Transactions of the American Mathematical Society* 19, n° 1 (1918): 53-65.
- — —. « Sur quelques points du calcul fonctionnel ». *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo (1884-1940)* 22, n° 1 (1906): 1-72.
- Frémont, Armand. « Recherches sur l'espace vécu ». *Espace géographique* 3, n° 3 (1974): 231-238. doi:10.3406/spgeo.1974.1491.
- Friedman, Thomas. *The world is flat: A brief history of the 21st century*. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2005.
- Fujita, Masahisa, Paul R. Krugman, et Anthony J. Venables. *The spatial economy: cities, regions and international trade*. Vol. 213. Wiley Online Library, 1999. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-9787.00190/abstract>.
- Gallaud, Delphine, et André Torre. « Geographical proximity and the diffusion of knowledge ». In *Rethinking Regional Innovation and Change*, 127-46. Springer, 2005. http://link.springer.com/content/pdf/10.1007/0-387-23002-5_7.pdf.
- Garretton, Matias. « Inégalités de mobilité dans le Grand Santiago et la Région Ile-de-France. Politiques de logement, des transports et gouvernance métropolitaine. » Géographie et Aménagement, Paris Est, 2013. <http://www.theses.fr/s87382>.
- Gascon, Marie-Odile, Bernard Quetelard, Christian Patiès, et Jean-Louis Valgalier. *Calcul a posteriori des distances dans les enquêtes ménages déplacements*. Rapports d'étude. CERTU, 2009. <http://lara.inist.fr/handle/2332/1469>.
- Gatrell, Anthony C. *Distance and space: a geographical perspective*. Clarendon Press Oxford, 1983. <http://www.getcited.org/pub/102287206>.
- Gay, Jean-Christophe. « Vitesse et regard. Le nouveau rapport de l'homme à l'étendue ». *Géographie et Cultures*, n° 8 (1993).
- Genestier, Philippe. « Némésis et Nicodème: Quand les instances de proximité deviennent les figures du salut ». *Annales de la recherche urbaine*, 2001, 22-33.
- Genre-Grandpierre, Cyrille, et Jean-Christophe Foltête. « Morphologie urbaine et mobilité en marche à pied ». *Cybergeo: European Journal of Geography*, 7 octobre 2003. doi:10.4000/cybergeo.3925.
- Gertner, Jon. « Getting Up to Speed ». *The New York Times*, 14 juin 2009, sect. Magazine. <http://www.nytimes.com/2009/06/14/magazine/14Train-t.html>.
- Geurs, Karst T., Kees Maat, Piet Rietveld, et De Visser Gert. « Transit Oriented Development in the Randstad South Wing ». présenté à BUFTOD, Marne-la-Vallée, 2012.
- Giblin, Jean-Pierre. « Préface ». In *Les vitesses de la ville*, édité par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube., 7-8. La Tour d'Aigues, 1999.
- Gibson, James. J. « The concept of affordances ». *Perceiving, acting, and knowing*, 1977, 67-82.
- Giddens, Anthony. *The Consequences of Modernity*. Stanford University Press, 1990.
- Glachant, Jean-Michel. « L'approche néo-institutionnelle de la réforme des industries de réseaux ». *Revue économique* 53, n° 3 (2002): 425-35.

- Golledge, Reginald George. *Spatial Behavior: A Geographical Perspective*. Guilford Press, 1997.
- — —. *Wayfinding Behavior: Cognitive Mapping and Other Spatial Processes*. JHU Press, 1999.
- Golledge, R.G., et L.J. Hubert. « Some comments on non-Euclidean mental maps ». *Environment and planning A*, n° 14 (1982): 107-118.
- Goodwin, Phil, et Kurt Van Dender. « 'Peak Car'—Themes and Issues ». *Transport Reviews* 33, n° 3 (2013): 243-54.
- Gosselin, Pascal François Joseph. *Géographie des Grecs analysée ou les systèmes d'Erathostène, de Strabon, et de Ptolémée comparés entre eux et avec nos connaissances modernes*. Paris: Didot, 1790.
- Gottmann, Jean. *Urban centrality and the interweaving of quaternary activities*, 1970.
- Graham, S. « The end of geography or the explosion of place? Conceptualizing space, place and information technology ». *Progress in human geography* 22, n° 2 (1998): 165-85.
- Graham, Stephen, et Simon Marvin. *Splintering Urbanism, networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition*. London: Routledge, 2001.
- Granovetter, Mark. « The Strength of weak ties: a network theory revisited ». *Sociological Theory* 1 (1983): 201-233.
- Grataloup, Christian. « La Condition géohistorique entre diffusion et asabiya ». *Atala*, n° 12 (2009): 216-227.
- Grillet-Aubert, Anne. « La Recherche sur les transports: questions posées à l'architecture ». In *La Métropole des infrastructures*, édité par Claude Prelorenzo et Dominique Rouillard, Picard., 113-128, 2011.
- Grosjean, Michèle, et Jean-Paul Thibaud. *L'espace urbain en méthodes*. Editions Parenthèses, 2001.
- Grubestic, T., et M. Zook. « A ticket to ride: Evolving landscapes of air travel accessibility in the United States ». *Journal of Transport Geography* 15, n° 6 (2007): 417.
- Guy, Stephen J., Jatin Chhugani, Sean Curtis, Pradeep Dubey, Ming Lin, et Dinesh Manocha. « PLEdestrians: a least-effort approach to crowd simulation ». In *Proceedings of the 2010 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation*, 119-28, 2010. <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1921446>.
- Hägerstrand, Torsten. « What about people in regional science? » *Papers of the Regional Science Association* 24 (1970): 7-21.
- Haggett, Peter. *Geography, a global synthesis*. Harlow: Prentice Hall, 2001.
- — —. *Models in geography*. Vol. 2. Methuen, 1967.
- — —. *The Geographer's Art*. Cambridge: Blackwell, 1990.
- Haggett, Peter, Andrew D. Cliff, et Allan E. Frey. *Locational methods in human geography*. London: Edward Arnold, 1977.
- Halbert, Ludovic, Patricia Cicille, et Céline Rozenblat. *Quelles métropoles en Europe? Des villes en réseau*. Travaux. DATAR, 2013. <http://www.datar.gouv.fr/travaux-n-16-quelles-metropoles-en-europe-des-villes-en-reseau-de-ludovic-halbert-patricia-cicille-e>.
- Hall, Edward Twitchell. « Handbook for Proxemic Research ». *Studies in the Anthropology of Visual Communication*, Society for the Anthropology of Visual Communication. In the Series, 1974, 124.
- — —. *La dimension cachée*. Points. Seuil, 1971.
- Hall, Peter Geoffrey. *The world cities*. Weidenfeld and Nicolson London, 1966. <http://www.getcited.org/pub/101209986>.
- Hall, Peter, et Kathryn Pain. *The Polycentric Metropolis: Learning from Mega-city Regions in Europe*. Illustrated edition. Earthscan Publications Ltd., 2006.
- Hamilton-Baillie, Ben. « Shared space: reconciling people, places and traffic ». *Built environment* 34, n° 2 (2008): 161-81.
- Hantz, Antoine, et Emmanuel Clochet. « Innovation environnementale: réalisation du premier Bilan Carbone® ferroviaire global ». *Revue générale des chemins de fer*, n° 210 (2011): 138-43.
- Harman, Reg, Alain L'Hostis, et Philippe Menerault. « Public transport in cities and regions: facing an uncertain future? » In *Spatial planning systems of Britain and France, A comparative analysis*, par Philip Booth, Michèle Breuillard, C. Fraser, et Didier Paris, 188-204. Oxon: Routledge, 2007.

- Harvey, D. *Géographie de la domination*. Paris: Les Prairies ordinaires, 2008.
- Haugen, Katarina. « The accessibility paradox: Everyday geographies of proximity, distance and mobility ». *Human Geography*, Umeå universitet, 2012. <http://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?searchId=1&pid=diva2:467428>.
- Haynes, Kingsley E., et A. Stewart Fotheringham. *Gravity and spatial interaction models*. Vol. 2. Sage publications Beverly Hills, 1984. <http://www.web.pdx.edu/~stipakb/download/PA557/ReadingsPA557sec1-2.pdf>.
- Heath, T. L. *The Works Of Archimedes*. Cambridge University Press., 1897. <http://archive.org/details/worksofarchimede029517mbp>.
- Héran, Frédéric. « Des distances à vol d'oiseau aux distances réelles ou de l'origine des détours ». *Flux* n° 76-77, n° 2 (2009): 110-121.
- Hetherington, Kevin. « Whither the world? Presence, absence and the globe ». In *Mobilizing Place, Placing Mobility: The Politics of Representation in a Globalized World*, par Ginette Verstraete et Tim Cresswell, 173-88, 2003. <http://www.ingentaconnect.com/content/rodopi/tham/2003/00000009/00000001/art00011>.
- Hillier, Bill, et Julianne Hanson. *The social logic of space*. Cambridge University Press Cambridge, 1984. <http://www.getcited.org/pub/102294079>.
- Hoog. *The Dutch Metropolis*. Bussum: Uitgeverij Thoth, 2012.
- Houée, Michel, et Olivier Klein. « Le TGV Atlantique et les fluctuations de la mobilité ». In *Les vitesses de la ville*, édité par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube., 131-155. La Tour d'Aigues, 1999.
- Hull, Angela, Cecilia Silva, et Luca Bertolini. *Accessibility Instruments for Planning Practice*. COST, 2012.
- Huriot, Jean-Marie, et Jacques Perreur. « Distances, espaces et représentations ». *RERU*, n° 2 (1990): 197-237.
- Huriot, Jean-Marie, Jacques Perreur, et Isabelle Derognat. « Espace et distance ». In *Encyclopédie d'économie spatiale: concepts - comportements - organisations*, par Jean-Paul Auray, Antoine Bailly, Pierre-Henri Derycke, et Jean-Marie Huriot, 35-46. Bibliothèque de science régionale. Paris: Economica, 1994.
- Huriot, Jean-Marie, T. E Smith, et Jacques François Thisse. « Minimum-Cost Distances in Spatial Analysis ». *Geographical Analysis* 21, n° 4 (1989): 294-315. doi:10.1111/j.1538-4632.1989.tb00898.x.
- Huriot, Jean-Marie, et Jacques François Thisse. « Distances économiques et métriques: éléments d'axiomatique ». In *Modélisation spatiale: théorie et applications*, 1-17. série d'Econométrie appliquée n° 33, collection de l'Institut de Mathématiques Economiques. Dijon: Librairie de l'Université, 1987.
- Hyman, G.M., et L. Mayhew. « Advances in travel geometry and urban modelling ». *GeoJournal*, n° 59 (2004): 191-207.
- IGEAT, LATTIS, et IGSO. « ESPON project 1.4.3 Study on Urban Functions », 2007. http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_ESPON2006Projects/Menu_StudiesScientificSupportProjects/urbanfunctions.html.
- Illich, Ivan. *Tools for conviviality*. Harper & Row New York, 1973. <http://eekim.com/ba/bookclub/illich/tools.pdf>.
- Isalou, Ali A., Todd Litman, et Behzad Shahmoradi. « Testing the housing and transportation affordability index in a developing world context: A sustainability comparison of central and suburban districts in Qom, Iran ». *Transport Policy* 33 (2014): 33-39. doi:10.1016/j.tranpol.2014.02.006.
- Isard, Walter, et Michael Dacey. « On the Projection of Individual Behavior in Regional Analysis: I ». *Journal of Regional Science* 4, n° 1 (1962): 1-34. doi:10.1111/j.1467-9787.1962.tb00895.x.
- — —. « On the Projection of Individual Behavior in Regional Analysis: II ». *Journal of Regional Science* 4, n° 2 (1962): 51-84. doi:10.1111/j.1467-9787.1962.tb00904.x.
- Isnard, Hildebert, Jean-Bernard Racine, Henri Reymond, et Pierre George. *Problématiques de la géographie*. SUP, Le géographe. Paris: Presses universitaires de France, 1981.
- Jacobs, Jane. *The Death and life of great American cities*. New York: Random House, 1961.

- Janelle, D.G. « Central place development in a time-space framework ». *Professional geographer*, n° 20 (1968): 5-10.
- Jeannic, Thomas Le. « Une nouvelle approche territoriale de la ville ». *Économie et Statistique* 294, n° 1 (1996): 25-45. doi:10.3406/estat.1996.6080.
- Jiang, Bin, Christophe Claramunt, et Björn Klarqvist. « Integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces ». *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 2, n° 3 (2000): 161-71.
- Joseph, Isaac. « Prises, réserves, épreuves ». *Communications* 65, n° 1 (1997): 131-142. doi:10.3406/comm.1997.1994.
- Jourdenais, Martin, et Pierre Desrochers. « La fin de la distance et la déconcentration de l'activité économique: Nouvelle réalité ou mirage? » *Canadian Journal of Regional Science* 21, n° 1 (1998): 49-72.
- Jouve, Bernard. *Les Politiques de déplacements urbains en Europe, l'innovation en question dans cinq villes européennes*. Paris: L'Harmattan, 2003.
- Kaufmann, Vincent. « On transport history and contemporary social theory ». *Journal of Transport History* 28, n° 2 (2007): 302-607.
- — —. « Re-thinking mobility », 2002. <http://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00439011/>.
- Kaufmann, Vincent, F. Sager, Y. Ferrari, et D. Joye. *Coordonner transports et urbanisme*. Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 2003.
- Kellerman, Aharon. *Daily Spatial Mobilities: Physical and Virtual*. Ashgate Publishing Limited, 2012.
- King, Gerhart F., et Truman M. Mast. « Excess travel: causes, extent, and consequences ». *Transportation Research Record*, n° 1111 (1987). <http://trid.trb.org/view.aspx?id=277880>.
- Kirsch, S. « The Incredible shrinking world? Technology and the production of space ». *Environment and Planning D: Society and Space* 13, n° 5 (1995): 529-555.
- Klaer Blanchard, G. « L'Elaboration des PDU et la desserte ferroviaire ». In *Le Développement du transport ferroviaire et les plans de déplacements urbains*, 3-18. Paris: Presses des Ponts et Chaussées, 1999.
- Klein, Olivier. « Temporalités sociales et gestion de la distance à travers les moyens de transport rapides ». In *Mobilités et temporalités, Mobilités et temporalités*, 2005. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00091072>.
- Knowles, Richard D. « Transit Oriented Development in Copenhagen, Denmark: from the Finger Plan to Ørestad ». *Journal of Transport Geography*, Special Section on Rail Transit Systems and High Speed Rail, 22 (2012): 251-261. doi:10.1016/j.jtrangeo.2012.01.009.
- — —. « Transport shaping space: differential collapse in time-space ». *Journal of Transport Geography* 14, n° 6 (2006): 407-425. doi:10.1016/j.jtrangeo.2006.07.001.
- Koechlin, Stéphane. « Laurent Garnier: "Il faut savoir raconter une histoire" ». *A Nous Paris*. 2013.
- Koning, Martin. « Essais sur la congestion dans les transports à Paris ». Économie, Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2011. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00717656>.
- Kotoh, Hiroshi. « New ideas of time maps which shows exact times partially or maintain the topological structure ». In *Colloque Européen de Géographie Théorique et Quantitative*, 15. Saint-Valéry-en-Caux, 2001.
- Kreutzberger, Ekki, et Rob Konings. « Urban densification supporting intra-urban public transportation The case of The Hague ». présenté à BUFTOD, Marne-la-Vallée, 2012.
- Kristensson, Folke, et Handelshögskolan i Stockholm. *People, Firms and Regions: A Structural Economic Analysis*. Economic Research Institute at the Stockholm School of Economics, 1967.
- Kunzmann, Klaus Rainer, et Michael Wegener. *The Pattern of Urbanisation in Western Europe 1960-1990*. Dortmund: Institut für Raumplanung, Universität Dortmund, 1991.
- Laconte, Pierre. « Villes et transport, l'expérience globale ». *Transport Public International* 4 (1999): 54-57.
- Lallier, Christian. *Film: La ville sur des rails - L'utopie de la métropole - Predit*. Documentaire. Objectif Images, 2011. <http://www.predit.prd.fr/predit4/synthesePublication.fo?inCde=41588>.
- « La métropole au carrefour de l'Europe ferroviaire grâce à une troisième gare TGV à Seclin ? » *La Voix du Nord*. 22 décembre 2007.

- http://www.lavoixeco.com/actualite/Dossiers/A_la_loupe/Poles_de_competitivite/Pole_I_trans/2007/12/22/article_la_metropole_au_carrefour_de_l_europe_fe.shtml.
- Lamure, Michel. « Espaces abstraits et reconnaissance des formes application au traitement des images digitales », 1987.
- — —. « Proximité (s), voisinage et distance ». In *Approches multiformes de la proximité*, édité par Michel Bellet, Thierry Kirat, et Christine Langeron, 9-12. Interdisciplinarité et nouveaux outils. Hermès, 1998.
- Langlois, Patrice. « Formalisation des structures géographiques de base. De l'espace-temps-matière au Géosystème ». In *ThéoQuant 1999*, 24. Besançon, 1999.
- Laterrasse, Jean, Fabien Leurent, et Thierno Aw. « Une prospective 2030 de l'usage du sol et du transport en Ile-de-France ». *Economie et développement urbain durable. Emissions urbaines : inventaires et politiques publiques & Transport et usage du sol*, 2011, 107-131.
- Latour, Bruno. *Nous n'avons jamais été modernes : Essai d'anthropologie symétrique*. Editions La Découverte, 1991. http://fr.wikipedia.org/wiki/Nous_n%27avons_jamais_%C3%A9t%C3%A9_modernes.
- Lavadinho, Sonia. « Le renouveau de la marche urbaine: Terrains, acteurs et politiques ». Ecole normale supérieure de lyon-ENS LYON, 2011. <http://hal.archives-ouvertes.fr/tel-00737160/>.
- — —. « The multimodal walker. Potentials for combining walking and public transport at the agglomeration scale ». In *STRC Conference Proceedings, 9 September 2009*, 17. Ascona, 2009. <http://marcherenville.net/upload/MARCHERENVILLE/pdf/46STRC09paper.pdf>.
- Lazo, Alejandra, et Yves Jouffe. « L'informalité comme pratique. La Mobilité des habitants du quartier "Castillo", quartier défavorisé de Santiago du Chili ». Consulté le 7 février 2013. <http://www.atria.phpnet.org/site/IMAGES/Publications/lazo-jouffe.pdf>.
- Leamer, Edward E. « A Flat World, a Level Playing Field, a Small World After All, or None of the Above? A Review of Thomas L. Friedman's The World is Flat ». *Journal of Economic Literature* 45, n° 1 (2007): 83-126. doi:10.1257/002205107780458560.
- Le Bart, Christian. « La proximité selon Raffarin ». *Mots. Les langages du politique*, n° 77 (2005): 13-28. doi:10.4000/mots.94.
- Le Berre, Maryvonne. « Territoires ». In *Encyclopédie de Géographie*, 617-638. Paris: Economica, 1992.
- Leboeuf, Michel, et Jean-François Paix. « Analyse économique de la vitesse sur les LGV ». *Revue Générale des Chemins de fer*, n° 221 (2012): 7-17.
- Lebreton, Eric. « La sociologie urbaine des Trente glorieuses contre l'urbanisme. Premiers éléments d'un chantier en cours ». *ESO Travaux et Documents*, n° 28 (2009): 7-18.
- Lefebvre, Christophe. *Croix et calvaires: chefs-d'oeuvre de l'art populaire*. Paris: Flammarion, 2004.
- Lefebvre, Henri. *La Production de l'espace*. Paris: Anthropos, 1974.
- Legacy, Crystal, Carey Curtis, et Sophie Sturup. « Is there a good governance model for the delivery of contemporary transport policy and practice? An examination of Melbourne and Perth ». *Transport Policy* 19, n° 1 (2012): 8-16.
- Leipzig Charter on Sustainable European Cities*. Leipzig: Union Européenne, 2007. http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/themes/urban/leipzig_charter.pdf.
- Lennert, Moritz, Gilles Van Hamme, Catherine Patris, Maciej Smętkowski, Adam Płoszaj, Grzegorz Gorzelak, Denise Pumain, et al. *Future Orientations for Cities final report*. ESPON, 2010. http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_AppliedResearch/foci.html.
- Les comptes des transports en 2012 Tome 1*. Ministère de l'Écologie du Développement durable et de l'Énergie, 2013. <http://temis.documentation.equipement.gouv.fr/temis/document.xsp?id=Temis-0033855&n=1&q=auteur%3A%7CCOMMISSION+DES+COMPTES+DES+TRANSPORTS+DE+LA+NATION%7C&>.
- Le Scouëzec, Gwenc'hlan, et Jean-Robert Masson. *Pierres sacrées de Bretagne*. Paris: Seuil, 1982.
- Letaconnoux, Joseph. « Note comparative sur la distance en temps entre l'intérieur de la Bretagne et la mer, au XVIIIe, XIXe et XXe siècle ». *Annales de Bretagne* 23, n° 3 (1907): 305-321. doi:10.3406/abpo.1907.1272.

- Leurent, Fabien, Ektoras Chandakas, et Alexis Poulhès. « User and service equilibrium in a structural model of traffic assignment to a transit network », 2011. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00605008>.
- Lévy, Jacques. « A Cartographic Turn? Bridging the Gap between Sciences and Technologies of the Inhabited Space ». <http://www.espacestems.net/>, 2012. <http://www.espacestems.net/document9316.html>.
- — —. « A-t-on encore (vraiment) besoin du territoire ? » *Espaces Temps* 51, n° 1 (1993): 102-142. doi:10.3406/espat.1993.3859.
- — —. « Entre contact et écart: la distance au coeur de la réflexion ». *Atala* 12 (2009): 175-185.
- — —. *L'invention du monde*. Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 2008. <http://en.scientificcommons.org/28004315>.
- — —. « Une géographie vient au monde ». *DEBAT-PARIS-*, 1996, 43-57.
- Leysens, Thomas. « Reconfiguration des réseaux de transport et renouveau urbain: l'enjeu d'un urbanisme orienté vers le rail ». *Géographie et Aménagement*, Lille 1, 2011. <http://www.theses.fr/15725562X>.
- L'Hostis, Alain. « De l'espace contracté à l'espace chiffonné. Apports de l'animation à la cartographie en relief des distances-temps modifiées par les réseaux de transport rapides ». *Revue Internationale de Géomatique* 13, n° 1 (2003).
- — —. « Graph Theory and Representation of distances: Chronomaps and Other Representations ». In *Graphs and Networks: Multilevel Modelling*, 177-191. Geographical Informations Systems Series. London: ISTE, 2007.
- — —. « Images de synthèse pour l'aménagement du territoire: la déformation de l'espace par les réseaux de transport rapide ». *Géographie et Aménagement*, Tours, Aménagement de l'espace, 1997.
- — —. « Multimodalité et intermodalité dans les transports ». In *Atlas de France: transport et énergie*, 99-112. GIP RECLUS/La documentation française, 2000.
- — —. « Theoretical models of time-space: the role of transport networks in the shrinking and shrivelling of geographical space », 2010.
- — —. « The shrivelled USA: representing time-space in the context of metropolitanization and the development of high-speed transport ». *Journal of Transport Geography* 17, n° 6 (2009): 433-439. doi:10.1016/j.jtrangeo.2009.04.005.
- — —. « Transports et Aménagement du territoire: cartographie par images de synthèse d'une métrique réseau ». *Mappemonde*, n° 3 (1996): 37-43.
- L'Hostis, Alain, Elsa Alexandre, Manuel Appert, Catherine Araud-Ruyant, Marius Bastay, Géraldine Biau, Sandra Bozzani-Franc, et al. *Concevoir la ville à partir des gares, Rapport final du Projet Bahn.Ville 2 sur un urbanisme orienté vers le rail*. PREDIT/DEUFRAKO, 2009. http://hal.archives-ouvertes.fr/index.php?action_todo=search&view_this_doc=hal-00459191&version=1&halsid=jberg3bims60tparrhqnsh4j2.
- L'Hostis, Alain, et Hervé Baptiste. « A Transport network for a city network in the Nord-Pas-de-Calais region: linking the performance of the public transport service with the perspectives of a monocentric or a polycentric urban system ». *European Journal of Spatial Development*, 2006. <http://www.nordregio.se/EJSD/>.
- Lian, Jon Inge, et Jon Martin Denstadli. « Norwegian business air travel—segments and trends ». *Journal of Air Transport Management* 10, n° 2 (2004): 109-18.
- Litman, Todd Alexander. « Local Funding Options for Public Transportation », 36. Washington, 2013.
- Lorentzon, Sten. « Changes in the Flows and Means of Information Exchange: Business Uses of ICT in Sweden in the 1990s ». *Journal of Urban Technology* 10, n° 1 (2003): 89-110.
- Lu, Jun, Jitao Song, Yusheng Liang, et Jie Xu. « The simulation of spatial distribution patterns of China's HSR economic zones based on the 2D time-space map ». *Acta Geographica Sinica* 68, n° 2 (2013). <http://www.geog.com.cn/CN/article/downloadArticleFile.do?attachType=PDF&id=4323>.
- Luminet, Jean-Pierre. *L'Univers chiffonné*. Paris: Fayard, 2001.

- Lynch, Kevin. *Good city form*. The MIT Press, 1981. http://books.google.fr/books?hl=en&lr=&id=flJdgBoKQHQC&oi=fnd&pg=PA1&dq=lynch+good+city+form&ots=WEgpiEX_WR&sig=rCeek8O7r7cxMc8YvtVM0-_DOik.
- — —. *L'Image de la cité*. Paris: Dunod, 1971.
- Lynch, Kevin, et Lloyd Rodwin. « A theory of urban form ». *Journal of the American Institute of Planners* 24, n° 4 (1958): 201-14.
- Lyons, Glenn, Juliet Jain, et David Holley. « The use of travel time by rail passengers in Great Britain ». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 41, n° 1 (janvier 2007): 107-120. doi:10.1016/j.tra.2006.05.012.
- Malecki, Edward J. « Hard and Soft Networks for Urban Competitiveness ». *Urban Studies* 39, n° 5-6 (2002): 929-945. doi:10.1080/00420980220128381.
- Mangin, David. *La ville passante*. Paris: Parenthèses, 2008. http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_GPU2008.pdf.
- Marchand, Bernard. « Deformation of a transportation surface ». *Annals of the Association of American Geographers* 63 (1973): 507-521.
- Marchand, Jean-Pierre. « "Le temps modifie incessamment l'espace" (Elisée Reclus 1905) ». *Atala* 12 (2009): 105-120.
- Marmonier, Corinne. « Le grignotage: sa définition physiologique. Mise en évidence de ses conséquences métaboliques et comportementales à court terme chez l'homme ». *Science biologiques fondamentales et appliquées*, Paris 7, 1999. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=200910>.
- Martí-Henneberg, Jordi. « European integration and national models for railway networks (1840–2010) ». *Journal of Transport Geography* 26 (2013): 126-38.
- Martouzet, Denis. « Normes et valeurs en aménagement-urbanisme, limites de la rationalité et nécessité de prise en compte du multi-niveaux ». Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 2002. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00128031>.
- — —. « Recherche du fondement de l'éthique de l'aménagement », 1993.
- Massot, Marie-Hélène. « Les pratiques de multimodalité dans les grandes agglomérations françaises ». *TEC* 153 (1999): 32-39.
- Massot, Marie-Hélène, et Jean-Pierre Orfeuill. « La Contrainte énergétique doit-elle réguler la ville ou les véhicules? Mobilités urbaines et réalisme écologique ». *Annales de la Recherche Urbaine* 103 (2007).
- — —. « La Mobilité, une alternative à la densification du centre ». *Annales de la Recherche Urbaine* 67, n° 22-31 (1995).
- — —. « Mobilité: Une contrainte énergétique exigeante mais surmontable ». *T.E.C.* 216 (2012): 4-12.
- Masucci, Adolfo Paolo, D. Smith, A. Crooks, et Michael Batty. « Random planar graphs and the London street network ». *The European Physical Journal B* 71, n° 2 (2009): 259-71.
- Ma, Tai-Yu, et Jean-Patrick Lebacque. « Dynamic system optimal routing in multimodal transit network », 2012. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00740347>.
- Mathis, Philippe. « Consommations d'énergie et pollutions liées à l'étalement des densités ». In *Environnement et Aménagement du territoire*, 95-106. Recherches. Paris: La documentation française DATAR, 1996.
- — —. *Graphes et réseaux, modélisation multiniveaux*. Paris: Lavoisier/Hermès, 2003.
- — —. « La Stratégie des réseaux de transport dans le grand Ouest ». In *L'Entreprise Atlantique*, 97-111. Mondes en cours, Cités et territoires, I.A.A.T. Paris: Editions de l'Aube, 1996.
- Mathis, Philippe, Hervé Baptiste, Sébastien Larribe, Laurent Chapelon, Alain L'Hostis, et Kamal Serhini. *Grille de niveau de service*. Ministère des Transports, 1997.
- Mathis, Philippe, E. Bock, Jean-Baptiste Buguellou, Julien Coquio, Laurent Guimas, Alain L'Hostis, Sandra Bozzani, et al. *Transport services and networks: territorial trends and basic supply of infrastructure for territorial cohesion*. ESPON, 2004. http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/652/index_EN.html.
- Mathis, Philippe, Nadine Polombo, et Alain L'Hostis. « Les Grandes vitesses ». In *Circuler demain*, par Alain Bonnaïfous, François Plassard, et Bénédicte Vulin, 129-142. Monde en cours, Prospective et territoires. La Tour d'Aigues: DATAR Editions de l'Aube, 1993.

- Maulat, Juliette, et Aurélie Krauss. « Using “contrats d’axe” to coordinate regional rail transport, stations and urban development: from concept to practice ». *Town Planning Review* 85, n° 2 (2014): 287-311. doi:10.3828/tp.2014.18.
- Maupu, Jean-Louis. *La ville creuse pour un urbanisme durable: Nouvel agencement des circulations et des lieux*. l’Harmattan, 2006.
- Mauss, Marcel, et Ben Brewster. *Sociology and psychology: Essays*. Routledge & Kegan Paul London, 1979. <http://www.getcited.org/pub/101881820>.
- Mayer, H., et P.L. Knox. « Slow cities: sustainable places in a fast world ». *Journal of Urban Affairs* 28, n° 4 (2006): 321-334.
- Melia, Steve, Graham Parkhurst, et Hugh Barton. « The paradox of intensification ». *Transport Policy* 18, n° 1 (2011): 46-52. doi:10.1016/j.tranpol.2010.05.007.
- Menerault, Philippe, et Alain Barré. « L’Interconnexion train/VAL dans l’agglomération lilloise ». *Hommes et terres du Nord* 2001, n° 2 (2001): 106-111.
- Menerault, Philippe, Alain Barré, Alexis Conesa, Alain L’Hostis, Paola Pucci, et Vaclav Stransky. *Multipolarités urbaines et nouvelles organisations intermodales*. Villeneuve d’Ascq: Inrets, 2006. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00289370>.
- Méo, Guy Di. « De l’espace subjectif à l’espace objectif: l’itinéraire du labyrinthe ». *Espace géographique* 19, n° 4 (1990): 359-373. doi:10.3406/spgeo.1990.3020.
- Merlin, Pierre. *La Planification dans les transports: enjeux et méthodes*. Paris: Masson, 1984.
- Merlin, Pierre, et Françoise Choay. *Dictionnaire de l’urbanisme et de l’aménagement*. Paris: PUF, 1988.
- Metaxas, Theodore. « City Marketing and City Competitiveness: An effort of reviewing the last 25 years ». *Department of Planning and Regional Development, School of Engineering. University of Thessaly*, 2007. http://www.prd.uth.gr/uploads/discussion_papers/2007/uth-prd-dp-2007-18_en.pdf.
- Milgram, Stanley. « The small world problem ». *Psychology today* 2, n° 1 (1967): 60-67.
- Millard-Ball, Adam, et Lee Schipper. « Are we reaching peak travel? Trends in passenger transport in eight industrialized countries ». *Transport Reviews* 31, n° 3 (2011): 357-78.
- Miller, Harvey J. « A Measurement Theory for Time Geography ». *Geographical Analysis* 37, n° 1 (2005): 17-45. doi:10.1111/j.1538-4632.2005.00575.x.
- Miller, Harvey J., et Elizabeth A. Wentz. « Representation and spatial analysis in geographic information systems ». *Annals of the Association of American Geographers* 93, n° 3 (2003): 574-94.
- Moar, Ian, et Gordon H. Bower. « Inconsistency in Spatial Knowledge ». *Memory & Cognition* 11, n° 2 (1983): 107-113. doi:10.3758/BF03213464.
- « Modernisation de la ligne 1 du métro ». Lille Métropole Communauté Urbaine, 2013. http://archive.wikiwix.com/cache/?url=http://www.lillemetropole.fr/files/live/sites/lmceu/files/docs/TRANSPORTS%2520MOBILITE/Plaquette-nouvelle-ligne1_mai2013.pdf&title=lire%20en%20ligne.
- Mokhtarian, Patricia L. « What happens when mobility-inclined market segments face accessibility-enhancing policies? » *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 3, n° 3 (1998): 129-40.
- Mokhtarian, Patricia L., et Ilan Salomon. « How derived is the demand for travel? Some conceptual and measurement considerations ». *Transportation research part A: Policy and practice* 35, n° 8 (2001): 695-719.
- Monfort, Philippe. *Convergence of EU Regions: Measures and Evolution*. European Commission, Regional Policy, 2008. <https://infoeuropa.euroid.pt/files/database/000047001-000048000/000047547.pdf>.
- Monreal, Cary, Paul James, Chris Hudson, Sam Carroll-Bell, et Alyssa Taing. « The (Im) Mobile Life of Food and Drink Packaging Technologies in the City ». *whole or in part, must be clearly attributed to the author*. Consulté le 2 décembre 2013. <http://global-cities.info/wp-content/uploads/2013/11/The-ImMobile-Life.pdf>.

- Montello, Daniel R. « The geometry of environmental knowledge ». In *Theories and methods of spatio-temporal reasoning in geographic space*, 136-52. Springer, 1992. http://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-55966-3_8.
- Moody, Simon, et Steve Melia. « Shared space: Research, policy and problems ». In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport*. ICE, 2013. <http://eprints.uwe.ac.uk/17937/>.
- Müller, Jean-Claude. « Non-Euclidean geographic spaces: mapping functional distances ». *Geographical analysis* 14 (1982): 189-203.
- Murayama, Yuji. « The impact of railways on accessibility in the Japanese urban system ». *Journal of Transport Geography* 2, n° 2 (1994): 87.
- Musso, P. « Genèse et critique de la notion de réseau ». In *Penser les réseaux*, 194-217. Milieux. Seyssel: Champ Vallon, 2001.
- Neal, Zachary P. *The connected city: How networks are shaping the modern metropolis*. Routledge, 2012. <http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=I9vIK8GczxcC&oi=fnd&pg=PP1&dq=connected+city+&ots=Zq0rzMWpKj&sig=uqf8zCSxGCV0UMgTkK96zBSstH0>.
- Nelson, Dick, et John S. Niles. « Market Dynamics and Nonwork Travel Patterns; Obstacles to Transit-Oriented Development? ». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1669, n° 1 (1999): 13-21.
- Newman, Peter, et Jeff Kenworthy. « Peak Car Use, Understanding the Demise of Automobile Dependence ». *World Transport, Policy & Practice* 17, n° 2 (2011): 31-42.
- Nietzsche, Friedrich. *Nietzsche: Human, All Too Human: A Book for Free Spirits*. Traduit par Reginald John Hollingdale. Cambridge University Press, 1996.
- Noel, Émile. *L'Espace et le temps aujourd'hui*. Paris: Seuil, 1983.
- Normand, Jean. *Le Val de Rennes : Un combat pour la ville*. Apogée, 2002.
- Offner, Jean-Marc. « Les Effets structurants du transport: mythe politique, mystification scientifique ». *Espace géographique*, n° 3 (1993): 233-242.
- — —. « L'urbaniste ? Un ajusteur de distances ». *Urbanisme* 5, n° 372 (2010): 56-57.
- Okabe, Atsuyuki, et Toshiaki Satoh. « Uniform network transformation for points pattern analysis on a non-uniform network ». *Journal of Geographical Systems* 8, n° 1 (2006): 25-37.
- Ollivro, Jean. *L'homme à toutes vitesses: de la lenteur homogène à la rapidité différenciée*. Rennes: Presses universitaires de Rennes, 2000. <http://en.scientificcommons.org/22436447>.
- Olsson, Gunnar, et Stephen Gale. « Spatial theory and human behaviour ». *Papers in Regional Science* 21, n° 1 (1968): 229-42.
- Omhovère, Martin. *Résultats du Mos 2012 : la ville se construit majoritairement en recyclage*. Notes rapides. Paris: IAURIF, 2013. <http://www.iau-idf.fr/detail/etude/resultats-du-mos-2012-la-ville-se-construit-majoritairement-en-recyclage.html>.
- Orfeuil, Jean-Pierre. *Je suis l'automobile*. L'Aube, 1994. <http://en.scientificcommons.org/22433079>.
- Orfeuil, Jean-Pierre, et Emre Korsu. « Ville et mobilité cohérentes ». In *Ville et mobilité, nouveaux regards*, édité par Gérard Brun, 101-114. Méthodes et approches. Economica, 2013.
- Ottaviano, Gianmarco I. P., et Diego Puga. « Agglomeration in the Global Economy: A Survey of the 'New Economic Geography' ». *World Economy* 21, n° 6 (1998): 707-31. doi:10.1111/1467-9701.00160.
- Ozouf-Marignier, Marie-Vic. « Le territoire, la géographie et les sciences sociales: aperçus historiques et épistémologiques ». In *Territoires, territorialité, territorialisation, controverses et perspectives*, 31-44. Espace et territoire. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2009.
- Palma, André de, Lindsey Lindsey, Emile Quinet, et Roger Vickermann. *A Handbook of Transport Economics*. Edward Elgar Publishing, 2011.
- Parrochia, Daniel. *Penser les réseaux*. Seyssel: Champ Vallon, 2001.
- « PDU de Lille: les objectifs et les actions ». Lille Métropole Communauté Urbaine, 2011. http://www.lillemetropole.fr/gallery_files/pdu/2011/objectifs_et_actions.pdf.
- Pecqueur, Bernard, et Jean-Benoît Zimmermann. « Economie de proximités », 2004. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00280083>.
- Pény, André. « Ville et vitesse: une certitude et beaucoup de questions ». In *Les vitesses de la ville*, édité par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube., 189-195. La Tour d'Aigues, 1999.

- Péron, René. « Le près et le proche ». *Annales de la Recherche urbaine*, 2001, 46-57.
- Perreur, Jacques. « L'Évolution des représentations de la distance et l'Aménagement du territoire ». *RERU*, n° 1 (1989).
- Plan de déplacements urbains Île-de-France*. Paris: STIF, 2011. <http://pdu.stif.info/>.
- Plassard, François. « La Révolution T.G.V. » In *TGV et aménagement du territoire: un enjeu majeur pour le développement local*, 153. Paris: Syros/alternatives, 1991.
- — —. *Les Autoroutes et le développement régional*. Lyon: Economica/Presses Universitaires de Lyon, 1976.
- — —. « Les Enjeux territoriaux des transports ». In *Circuler demain*, 49-58. Monde en cours, Prospective et territoires. La Tour d'Aigues: DATAR/Editions de l'Aube, 1993.
- Plassard, François, et Jean-Louis Routhier. *Sémiologie graphique et évaluation*. Lyon: A.R.T.U.R., 1987.
- Plinie l'Ancien. *Histoire naturelle de Plinie: avec la traduction en français. Tome 1*. Traduit par Émile Littré. Firmin-Didot et Cie (Paris), 1877. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2820810>.
- Poincaré, Henri J. *La science et l'hypothèse. La valeur de la science. Des fondements de la géométrie*. Paris: Flammarion, 1902.
- Polèse, Mario, Richard Shearmur, et Laurent Terral. *France avantagée*. Odile Jacob., 2014.
- Pradel, Benjamin, et Leslie Belton Chevallier. « Les routines spatiales à la frontière du travail ». *Mobilités et modes de vie métropolitains, les intelligences du quotidien.*, 2010, 279-292.
- Pretsch, Hélène, Alexander Spiesshöfer, Benjamin Puccio, Claude Soulas, R. Leclercq, et Gilles Bentayou. *Enseignements du projet Bahn.Ville*. Arcueil/Lyon: INRETS/CERTU, 2005.
- Ptolémée, Claude. *Traité de géographie de Claude Ptolémée*. Traduit par Abbé Halma. Paris: Eberhart, 1828. <http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=nCGnVT3CYRQC&oi=fnd&pg=PA149&dq=Claude+Ptol%C3%A9m%C3%A9,+Trait%C3%A9+de+G%C3%A9ographie+de+Claude+Ptol%C3%A9m%C3%A9,+traduit+du+grec+par+l%27abb%C3%A9+Halma,+1828&ots=19ywZ5-Q6y&sig=wrcgBOuyJ8Ve8A5MiUCKMZoTMzk>.
- Puccio, B., et G. Wulforst. « Vers un renouvellement des modes de coopération ». *Dimension villes et territoire*, 2005, 4-5.
- Pucci, Paola. « Interconnexion et rôle des noeuds d'infrastructures : du sectoriel au général ». *Flux* 15, n° 38 (1999): 30-38. doi:10.3406/flux.1999.1289.
- Pumain, Denise. « Essai sur la distance et l'espace géographique ». *Atala* 12 (2009): 33-49.
- Putnam, Robert D. *Bowling alone: The collapse and revival of American community*. New York: Simon & Schuster, 2001.
- Quastel, Noah, Markus Moos, et Nicholas Lynch. « Sustainability-As-Density and the Return of the Social: The Case of Vancouver, British Columbia ». *Urban Geography* 33, n° 7 (2012): 1055-84.
- Quinet, Emile, et Marcel Boiteux. *Principes d'économie des transports*. Economica, 1998.
- Quinet, Emile, Laurent Touzery, et Henri Triebel. *Economie des transports*. Economica, 1982.
- Raimbault, Nicolas, Marie Douet, et Antoine Frémont. « Les implantations logistiques entre réseaux et territoires ». *L'Espace géographique*, n° 1 (2013): 32-43.
- Rallet, Alain, et A. Torre. « Proximité et localisation ». *Economie rurale* 280, n° 1 (2004): 25-41.
- Rallet, Alain, et André Torre. « Temporary Geographical Proximity for Business and Work Coordination: When, How and Where? » Las Vegas, 2009.
- Regionplan 2005 for Hovedstadsregionen, Visioner og hovedstruktur Retningslinjer og redegørelse*. Valby, 2005. www.hur.dk.
- Retaillé, Denis. « Malaise dans la géographie: l'espace est mobile ». In *Territoires, territorialité, territorialisation, controverses et perspectives*, 97-114. Espace et territoire. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2009.
- Rey, Alain. *Dictionnaire historique de la langue française*. Paris: Le Robert, 2012.
- Ribeill, Georges. « Des Saint-Simoniens à Léon Lalanne: projets, thèses et controverses à propos de l'organisation des réseaux ferroviaires ». *Revue d'histoire des chemins de fer*, n° 2 (1990): 47-80.

- Richer, Cyprien. « Multipolarités urbaines et intermodalité: les pôles d'échanges, un enjeu pour la coopération intercommunale? » Université des Sciences et Technologie de Lille-Lille I, 2007. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-00260379/>.
- Richer, Cyprien, Bernard Quetelard, Joël Meissonnier, et Mathieu Rabaud. « Quelle(s) intermodalité(s) dans les mobilités quotidiennes ? L'apport des Enquêtes-Ménages Déplacements (EMD) dans l'analyse des pratiques intermodales ». Montpellier, 2012. <http://www.cete-nord-picardie.equipement.gouv.fr/communications-recentes-a206.html>.
- Rieser, John J., Jeffrey J. Lockman, et Herbert L. Pick. « The Role of Visual Experience in Knowledge of Spatial Layout ». *Perception & Psychophysics* 28, n° 3 (1980): 185-190. doi:10.3758/BF03204374.
- Rietveld, Piet, et Roger Vickermann. « Transport in regional science: the "death of distance" is premature ». *Papers in Regional Science* 83 (2004): 229-248.
- Rimbert, Sylvie. *Carto-graphies*. Paris: Hermès, 1990.
- Rivizzigno, Victoria Lynne. « Cognitive representations of an urban area ». Ohio State University, 1976.
- Roberts, Maxwell J., Elizabeth J. Newton, Fabio D. Lagattolla, Simon Hughes, et Megan C. Hasler. « Objective versus subjective measures of Paris Metro map usability: Investigating traditional octolinear versus all-curves schematics ». *International Journal of Human-Computer Studies* 71, n° 3 (2013): 363-386. doi:10.1016/j.ijhcs.2012.09.004.
- Rocci, Anaïs. *Changer les comportements de mobilité: exploration d'outils de management de la mobilité: les programmes d'incitation au changement de comportements volontaire (VTBC). Rapport final de recherche*. Inrets, 2009. <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00544419/>.
- Rolland-May, Christiane. « Limites, discontinuités, continu: le paradoxe du flou ». *L'information géographique* 67, n° 1 (2003): 1-20.
- Roman, Concepción, Raquel Espino, et Juan Carlos Martin. « Competition of high speed train with air transport: the case of Madrid-Barcelona ». *Air Transport Management* 13 (2007): 277-284.
- Rosa, Hartmut. « Social Acceleration: Ethical and Political Consequences of a Desynchronized High-Speed Society ». *Constellations* 10, n° 1 (2003): 3-33.
- Rosenthal, Stuart S., et William C. Strange. « Evidence on the nature and sources of agglomeration economies ». *Handbook of regional and urban economics* 4 (2004): 2119-71.
- Roty, Thierry. *Conception et management de projets de pôles d'échanges: la question des parcours des usagers: La Défense, Massy, Val d'Europe*. PREDIT. DRAST, 2000. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=103946>.
- Rouget, Bernard. « L'Analyse spatiale en économie urbaine: essai méthodologique », 1975.
- Rousier, Nicole. « La métropolisation, traduction urbaine de la mondialisation ». In *Les villes ont-elles achevé leur transition ?*, édité par Anne Aguiléra, Jean-Loup Madre, et Dominique Mignot, 75-93. Actes INRETS 99. Arcueil: INRETS, 2005. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00127924/en/>.
- Roussel, Philippe. *La mobilité à longue distance des Français*. Le Point sur 105. La Défense: Commissariat général au développement durable, 2011. <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-mobilite-a-longue-distance-des.html>.
- Rozenblat, Céline, et Patricia Cicille. *Les Villes européennes, analyse comparative*. Paris: La Documentation française/DATAR, 2003.
- Rozenblat, Céline, et Guy Mélançon. « A Small world perspective on urban systems ». In *Handbook of Theoretical and Quantitative Geography*, édité par F Bavaud et C Mager. Lausanne: FGSE, 2009.
- Ruf, Janine, et Maryline Roussette. *Tolérance, Technologie, Talent, Outil de développement urbain ou concept de marketing en Allemagne ?* Les notes de l'ADEUS. Strasbourg: ADEUS, 2010.
- Sack, Robert David. « A concept of physical space in geography ». *Geographical Analysis* 5, n° 1 (1973): 16-34.
- Saint-Exupéry, Antoine de. *Terre des hommes*. Editions Gallimard, 1939.
- Sander, Agnès. « Faire la ville avec les noeuds de réseaux? » In *Mobilité et écologie urbaine*, édité par Alain Bourdin, 79-98, 2007. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/hal-00521047/>.
- Santambrogio, Filippo. « Models and applications of Optimal Transport in Economics, Traffic and Urban Planning ». *arXiv:1009.3857*, 2010. <http://arxiv.org/abs/1009.3857>.

- Sassen, S. *The Global City: New York - London - Tokyo*. Oxford: Princeton University Press, 1991.
- Scanlan, John. « Trafficking ». *Space and Culture* 7, n° 4 (2004): 386-95.
- Schilling, D.A., K.E. Rosling, et C.S. ReVelle. « Network distance characteristics that affect computational effort in p-median location problems ». *European Journal of Operational Research* 127, n° 3 (2000): 525-536.
- Schmidt, I., Thomas S. Collett, F.-X. Dillier, et Rüdiger Wehner. « How desert ants cope with enforced detours on their way home ». *Journal of Comparative Physiology A* 171, n° 3 (1992): 285-88.
- Schwanen, Tim, Martin Dijst, et Frans M. Dieleman. « Policies for urban form and their impact on travel: the Netherlands experience ». *Urban studies* 41, n° 3 (2004): 579-603.
- Serrhini, Kamal. « Sémiologie graphique expérimentale », 2007. <http://www.emse.fr/site/SAGEO2007/CDROM/p54.pdf>.
- Shimizu, E. « Time-space mapping based on topological transformation of physical map ». In *W.C.T.R. « Sixième conférence mondiale sur la recherche dans les transports »*. Lyon, 1992.
- Simmel, Georg. *Simmel on Culture: Selected Writings*. SAGE, 1997.
- — —. « The metropolis and mental life ». *The urban sociology reader*, 1903, 23-31.
- — —. « The Sociological Significance of the "Stranger" ». In *Introduction to the Science of Sociology*, par Robert Ezra Park et Ernest Watson Burgess, 1011. s 735. University of Chicago Press Chicago, 1921. <http://cs521410.vk.me/u200218180/doc/b812bab09ecb/siso.pdf>.
- Sinnett, Danielle, Katie Williams, Kiron Chatterjee, et Nick Cavill. « Making the case for investment in the walking environment: A review of the evidence », 2011. http://eprints.uwe.ac.uk/15502/1/Making_the_Case_Full_Report.pdf.
- Smith, D., et M. Timberlake. « Hierarchies of dominance among world cities: a network approach ». In *Global networks, linked cities*, 117-141. London: Routledge, 2002.
- Smith, Neil. *The new urban frontier: gentrification and the revanchist city*. Routledge, 1996.
- Smith, T. E. « Shortest-Path Distances: An Axiomatic Approach ». *Geographical analysis* 21, n° 1 (1989): 1-31.
- Solnit, Rebecca. *Wanderlust: A History of Walking*. Penguin Group US, 2001.
- Soulas, Claude, Didier Pillot, Robert Joumard, Juliette Kauv, Jean-Louis Maupu, Zoubir Khatir, Françoise Cuenot, François Papon, Jean_Michel Fourniau, et Alain L'Hostis. « Lecture critique de la prospective 2050 du CGPC », 2007.
- Spiekermann, Klaus, et Michael Wegener. « The Shrinking continent: new time-space maps of Europe ». *Environment and planning B.: planning and design* 21 (1994): 653-673.
- — —. *Update of selected Potential Accessibility Indicators*. ESPON, 2007. http://www.espon.eu/main/Menu_Projects/Menu_ScientificPlatform/Menu_MapUpdates/accessibility.html.
- Stathopoulos, Nicolas. *La Performance territoriale des réseaux de transport*. Paris: Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1997.
- Steadman, Sharon R. « Recent research in the archaeology of architecture: Beyond the foundations ». *Journal of Archaeological Research* 4, n° 1 (1996): 51-93. doi:10.1007/BF02228838.
- Steer Davies Gleave, Steer Davies. *Ex post Evaluation of Cohesion Policy Programmes 2000-2006, Work Package 5A: Transport*. First Intermediate Report, London: Steer Davies Gleave, 2009. http://www.et2050.eu/et2050_library/docs/mobility/policies/2009_Evaluation_Cohesion_Policy_transport_intermediate.pdf.
- Strabon. *Géographie, livre 1*. Traduit par Germaine Aujac et F. Lasserre. Paris: Les Belles lettres, 1969.
- Sui, Daniel Z. « Tobler's first law of geography: A big idea for a small world? » *Annals of the Association of American Geographers* 94, n° 2 (2004): 269-77.
- Tachieva, Galina. *Sprawl repair manual*. Island Press, 2010.
- Tan, Wendy. « Pursuing transit-oriented development: Implementation through institutional change, learning and innovation », 2013. <http://dare.uva.nl/record/459133>.
- — —. « Understanding successful implementation of transit-oriented development: initial findings from the cases of Perth, Portland and Vancouver », 18. Marne-la-Vallée, 2012.

- Tarrius, Alain. « Territoires circulatoires et espaces urbains ». In *Migrants: les nouvelles mobilités en Europe, Paris, Éd. L'Harmattan*, édité par M. Morokvasic et H. Rudolph, 93-117. Paris: L'Harmattan, 1996.
- Taylor, P. *World city network, a global urban analysis*. Oxon: Routledge, 2004.
- Terrier, Christophe. « L'Économie présenteielle. Un outil de gestion du territoire ». *Cahiers Espace* 90 (2006).
- The Urban future, report of the sixth session of the World Urban Forum*. Naples: UN Habitat, 2012. <http://www.unhabitat.org/documents/WUF6Report.pdf>.
- Tobler, Waldo Rudolph. « A computer movie simulating urban growth in the Detroit region ». *Economic geography* 46 (1970): 234-40.
- . « Geographic area and map projections ». *Geographical Review* 53 (1963): 59-78.
- . « Map transformation of geographic space ». Geography, University of Washington, Geography, 1961.
- . *Spatial interaction patterns*. IIASA, 1975. <http://www.iiasa.ac.at/Publications/Documents/RR-75-019.pdf>.
- . « The geometry of mental maps ». In *Spatial choice and spatial behavior*, 69-81. Columbus: Ohio State University, 1976. http://www.dpi.inpe.br/sil/CST310/cst310_2010/Aula12_TOBLER/refs/Tobler/Tobler_Geometry_of_Mental_Maps.pdf.
- . « The World is Shriveling as it Shrinks ». présenté à ESRI User conference presentation, San Diego, 1999.
- . *Three presentations on geographical analysis and modeling*. NCGIA, 1993. http://www.ncgia.ucsb.edu/Publications/Tech_Reports/93/93-1.PDF.
- . « Visualizing the impact of transportation on spatial relations ». In *Western Regional Science Association meeting*, 7. Hawaii, 1997.
- Tonnellat, Stéphane. « Keeping Space Public: Times Square (New York) and the Senegalese Peddlers ». *Cybergeo: European Journal of Geography*, 2007. doi:10.4000/cybergeo.4792.
- Törnqvist, Gunnar. *Contact requirements and travel facilities: contact models of Sweden and regional development alternatives in the future*, 1973.
- . *Contact Systems and Regional Development*. Royal University of Lund. Department of Geography, 1970.
- Torre, André. « Retour sur la notion de Proximité Géographique ». *Géographie, économie, société* 11, n° 1 (2009): 63-74.
- Tranos, Emmanouil, et Drew Gertner. « Smart networked cities? » *Innovation: The European Journal of Social Science Research* 25, n° 2 (2012): 175-190. doi:10.1080/13511610.2012.660327.
- Tuan, Yi-Fu. *Space and place: The perspective of experience*. Minneapolis: U of Minnesota Press, 1977.
- Turner, Alasdair, et Alan Penn. « Encoding natural movement as an agent-based system: an investigation into human pedestrian behaviour in the built environment ». *Environ Plann B* 29, n° 4 (2002): 473-90.
- Urry, John. « Automobility, car culture and weightless travel: a discussion paper ». *Lancaster: Department of Sociology, Lancaster University*, 1999.
- . *Mobilities*. Polity, 2007. <http://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=uVwNYJIBxvgC&oi=fnd&pg=PR5&dq=urry+2007&ots=ExgePqXlac&sig=yfzhufwN2aAm8oagi0Ky7dtuFQU>.
- . « Mobility and proximity ». *Sociology* 36, n° 2 (2002): 255-74.
- Van der Waard, Jan, Ben Immers, et Peter Jorritsma. *Les nouveaux déterminants de la mobilité aux Pays-Bas, en 2012 et au-delà*. Paris: OECD Publishing, 2012. <http://internationaltransportforum.org/jtrc/DiscussionPapers/DP201215F.pdf>.
- Van Well, Lisa, Michael Wegener, Minas Angelidis, Klaus Spiekermann, Jorge Gaspar, Mats Johansson, Pieter de Bruijn, et al. *Enlargement of the European Union and the wider European Perspective as regards its Polycentric Spatial Structure*. ESPON, 2005. http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/259/652/index_EN.html.

- Varlet, Jean. « Dynamique des interconnexions des réseaux de transports rapides en Europe : devenir et diffusion spatiale d'un concept géographique ». *Flux* 16, n° 41 (2000): 5-16. doi:10.3406/flux.2000.1322.
- Veltz, Pierre. *Mondialisation villes et territoires*. Press Univ. de France, 1997.
- Viard, Jean. *Éloge de la mobilité - Essai sur le capital temps libre et la valeur travail*. L'Aube, 2006.
- Villeneuve, Paul Y, Martin Lee-Gosselin, et Rémy Barbonne. « Le champ métropolitain: une forme en émergence? » In *Les Villes ont-elles achevé leur transition?*, 41-62. Actes INRETS 99. Arcueil: INRETS, 2005.
- Virilio, Paul. *L'Espace critique*. Paris: Christian Bourgois, 1984.
- — —. « Territoire, flux et inertie ». In *Villes et transport, tome 1, séances 1 à 5*, 219-234. Séminaire Villes et transport du Plan Urbain, Paris, mai 1991-juin 1994. Paris: Plan urbain, 1994.
- — —. « The third interval: a critical transition. Rethinking Technologies ». *Andermatt-Conley. London, University of Minnesota* 3 (1993): 10.
- Vivant, Elsa. *Qu'est-ce que la ville créative?* Édité par Jacques Donzelot. La ville en débat. Paris: PUF, 2009. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00456178>.
- Vlastos, Thanos. « Les limites de la marche ». *Rech. Transp. Secur.* 2014, n° 01 (2014): 37-47.
- Vodoz, Luc. « Les Mobiles d'une approche territoriale ». In *Les Territoires de la mobilité, l'aire du temps*, 1-7. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 2004.
- Volvey, Anne, Anne Bretagnolle, Géraldine Djament, André-Frédéric Hoyaux, et Michel Vrac. *Échelles et temporalités*. Atlande. Neuilly, 2005. <http://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00426897/>.
- Wachter, Serge. « La mobilité: un fait urbain total ». In *Les vitesses de la ville*, édité par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube., 9-21. La Tour d'Aigues, 1999.
- Watson, J. W. « Geography—A discipline in distance ». *The Scottish Geographical Magazine* 71, n° 1 (1955): 1-13.
- Watts, Duncan J. *Small Worlds: The Dynamics of Networks between Order and Randomness*. Princeton University Press, 2003.
- Wegener, Michael. « Overview of land-use transport models ». In *Handbook of transport geography and spatial systems*, édité par D.A. Hensher, Elsevier., 5:127-46. Amsterdam, 2004. http://www.spatialcomplexity.info/files/2013/11/MW_Handbook_in_Transport.pdf.
- Welch, Michael, et Huw Williams. « The sensitivity of transport investment benefits to the evaluation of small travel-time savings ». *Journal of transport economics and policy*, 1997, 231-54.
- Wells, Peter, et Paul Nieuwenhuis. « Transition failure: Understanding continuity in the automotive industry ». *Technological Forecasting and Social Change* 79, n° 9 (2012): 1681-1692. doi:10.1016/j.techfore.2012.06.008.
- Wenglenski, Sandrine. « Il court, il court, le salarié ». *Revue Projet* 314, n° 1 (23 janvier 2010): 43-51. doi:10.3917/pro.314.0043.
- Wickham, James, et Alessandra Vecchi. « The importance of business travel for industrial clusters—making sense of nomadic workers ». *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography* 91, n° 3 (2009): 245-55.
- Wiel, Marc. *La Transition urbaine*. Sprimont: Mardaga, 1999.
- — —. « Planification et infrastructures dans l'agglomération de Brest ». In *Les vitesses de la ville*, édité par André Pény et Serge Wachter, Éditions de l'Aube., 169-177. La Tour d'Aigues, 1999.
- — —. *Ville et mobilité : un couple infernal ?* Editions de l'Aube, 2005.
- Willems, Aurélie. « Succès pour la HST-route entre Bruxelles et Louvain ». *GRACQ*, 2013. <http://www.gracq.be/NEWS-2013-11/HSTRouteLeuvenBrussel>.
- Wolpert, Julian. « The Decision Process in Spatial Context ». *Annals of the Association of American Geographers* 54, n° 4 (1964): 537-558.
- Zahavi, Yacov. *Travel characteristics in cities of developing and developed countries*. Staff Working Paper. International Bank for Reconstruction and Development, 1976.
- Zautinsky, E.M. « Spaces with non-symmetric distance ». *Memoirs of the American Mathematical Society*, n° 34 (1959): 1-91.
- Zembri, Pierre. « La conception des transports collectifs en site propre (TCSP) en France : des tracés problématiques ? » *Revue Géographique de l'Est* 52, n° 1-2 (2013). <http://rge.revues.org/3603>.

Zipf, George Kingsley. *Human Behaviour and the Principle of Least-Effort*. Cambridge, USA: Addison-Wesley, 1949. <http://www.citeulike.org/group/2050/article/1283136>.

Index des auteurs, entités géographiques et notions

1 Auteurs		Hägerstrand	134, 148, 154, 155
Abler	76, 88	Haggett	91, 92, 100, 108, 162
Ahmed	93, 98	Hall	11, 27, 64, 69, 71, 80, 81, 83, 85, 108
Amar	120	Hausmann	11, 18, 125
Archimède	50, 93	Haynes	73
Augoyard	57	Head	78
Bailly	50, 80, 117	Héran	54, 112, 115, 124
Baird	99	Hippodamos de Milet	55
Beck	110, 114, 115	Homère	74
Behrens	98	Huriot	27, 51, 53, 79, 80, 94-96, 106
Bergson	27	Hyman	143
Boden	87, 89, 187	Illich	12, 59, 66, 175
Bogardus	82	Isard	53
Braudel	65	Kant	51
Bretagnolle	67	Kaufmann	32, 66, 73, 181
Brunet	27, 29, 43, 76, 88, 104-106, 136, 142	Kellerman	15, 58, 147, 150
Bunge	18, 49, 57, 75, 97, 105, 113, 131, 132, 135, 189	Kenworthy	22-24
Calthorpe	174	Knowles	137
Cauvin	93, 142	Krugman	79
Cerdá	10, 12, 125	Kunzmann	44
Cervero	21, 173, 174	Lamure	94, 98
Chamboredon	82, 125	Laterrasse	5
Christaller	57	Latour	89
Decoupigny	125	Lavadinho	116, 117
Derruder	148	Le Berre	30, 32, 33
Deutsch	53	Leboeuf	67, 136
Disdier	78	Lefebvre	52, 64, 76, 140
Donzelot	28, 68, 69	Lemaire	82, 125
Dumolard	26, 51, 94, 104	Lévy	29, 48-50, 73, 75, 76, 82, 88, 91, 94, 100, 121, 136, 146
Dupuy	38, 105	Luminet	137, 138
Durand-Dastès	75	Lynch	56, 92
Einstein	50, 73	Mangin	124, 183
Erlandsson	61, 148, 156-158, 162, 164, 165, 167	Massot	124, 184
Euclide	50, 93	Mathis	5, 135, 138, 141, 162, 163
Ewing	21	Maupu	126
Fahrig	105	Mayhew	143
Florida	87, 88, 148-150	Melia	102
Forer	90, 137	Miller	93, 98, 100
Fotheringham	73	Mokhtarian	103
Fouchier	21	Molotch	87, 89, 187
Fréchet	56, 97	Montello	51
Friedman	87, 88, 149	Moreno	127
Fujita	79	Müller	93
Gale	105	Newman	22-24
Gatrell	30, 56, 75, 81, 89, 98, 104, 123, 134	Newton	50
Genre-Grandpierre	126	Nietzsche	66
Gottmann	15, 23, 70, 86, 149, 150	Noma	99
Graham	89	Offner	13
Granovetter	55, 152	Ollivro	54, 66, 68, 150
Grataloup	29, 88	Olsson	105
Grillet-Aubert	29, 33, 71	Orfeuil	124, 184
		Ozouf-Marignier	82

Perreur.....	27, 94
Pline l'Ancien.....	65
Ptolémée.....	74, 75, 77, 91
Pumain.....	27, 52-54, 75, 104
Putnam.....	20, 71
Quinet.....	78
Retaillé.....	76
Rietveld.....	86, 88
Rouget.....	94
Sack.....	50
Saint-Exupéry.....	53
Salomon.....	103
Shimizu.....	132, 144
Simmel.....	9, 10, 16, 29, 149
Smith.....	5, 51, 53, 79, 80, 94-98, 106
Strabon.....	74, 77, 83
Sui.....	55, 85
Tachieva.....	14
Tan.....	180, 181
Thisse.....	51, 53, 79, 80, 94-96, 106
Tobler 5, 18, 51, 55, 73, 76, 85, 89, 97, 99, 113, 133, 135, 138, 142, 143, 189	
Törnqvist.....	154-156, 164, 165
Tuan.....	15, 52, 118
Urry.....	10, 29, 34, 48, 82, 83, 87, 147
Varlet.....	161
Venables.....	79
Vickermann.....	86, 88
Virilio.....	65, 86
Wagner.....	99
Watson.....	75
Wegener.....	44, 162, 163, 184, 185
Wentz.....	100
Wiel.....	66
Zahavi.....	51, 71
Zipf.....	101, 105

2 Entités géographiques.....	
Allemagne.....	160, 169, 185
Autriche.....	116, 126
Barcelone.....	12, 163, 164
Bordeaux.....	166, 168, 171
Bretagne.....	112, 117
Canada.....	102, 180
Chine.....	171, 184
Espagne.....	65, 170
États-Unis...12, 23, 24, 76, 139, 142, 171, 174, 180, 182, 183	
Europe.....11, 16, 34, 42, 43, 76, 88, 114, 135, 137, 146, 147, 158, 160, 162, 163, 167, 169, 171, 172, 181	
France.....11, 12, 23-25, 27, 33-36, 41, 43, 58, 112, 113, 122, 124, 125, 148, 151, 153, 162, 166, 172, 179-181, 184, 185	
Genève.....	92, 147, 176
Hollande.....	11, 40, 176, 177, 186
Île-de-France.....	24, 112, 113, 166, 172, 184
Japon.....	132, 171
La Défense.....	118-120
Lille.....4, 5, 26, 30-32, 109, 114, 146, 151, 158, 161, 164, 177, 179, 186	
Munich.....	42, 153, 160, 170
New-York.....	58, 68, 150
Nord-Pas-de-Calais.....	114, 151, 165, 185, 186
Paris.16, 24, 31, 42-44, 58, 110, 111, 114, 141, 147, 150, 153, 160, 161, 187	
Provence-Alpes-Côte d'Azur.....	165
Randstad.....	11, 40, 177
Saint-Étienne.....	25, 62, 111, 185, 187
Suisse.....	32, 117
Tours.....3, 38, 58, 135, 141, 143, 166-168	
Villeneuve d'Ascq.....	3-6, 31, 33, 109

3 Notions

Accessibilité. 26, 39, 61, 68, 76, 81, 105, 113, 121, 129, 146, 153, 156, 160, 161, 163-165, 167, 169, 191
Budget-temps.....51, 71, 87, 88, 102, 103
Chemin de fer.....25, 122, 130
Chorotaxique.....99, 110
Classe créative.....140, 148
Connectivité.....113
Contraction de l'espace-temps.....135, 137
Convergence de l'espace-temps...56, 57, 64, 137, 189
Convergence de l'espace-temps.....57
Coprésence.....29, 87, 89, 146, 147, 149
Détour.....6, 17-19, 32, 54, 74, 93, 108, 109, 112, 114, 115, 127
Distance.....
 Distance de coût minimum. .53, 79, 80, 94, 104
 Distance de plus court chemin.....53
 Distance effective.....53, 94
 Distance euclidienne49-51, 55, 75, 81, 94, 100, 121-124, 127, 191
 Distance physique.....53-55, 123
 Distance réseau...54, 55, 81, 99, 100, 122-124, 127, 189, 191
 Distance-coût.....79, 95
 Distance-temps...58, 60, 61, 71, 75, 92, 95, 96, 122, 123, 131-133, 140, 141, 143, 144
 Distances de l'urbanisme.18, 19, 108, 121, 123
 La fin de la distance.....85-87, 89, 152
 Métrique. .48, 55, 56, 64, 73, 81, 89, 90, 93, 94, 98, 99, 121
 Métrique de Manhattan.....55
 Métrique de Riemann.....55
 Métriques.....136
Écart.....56, 97
Économie géographique.....69, 78-80
Économie présentielle.....120, 191
Espace.....
 Espaces plastiques.....49, 50, 77, 89-91
Excès de déplacement.....103
Face à face.....10, 22, 86, 87, 147-149, 154, 155
Gentrification.....23, 28, 68, 149
Géographie d'espace-temps.....120, 157
Hétérogénéité.....9, 26, 27, 33, 88, 132
Inégalité triangulaire....48, 56, 89-95, 97-101, 106-108, 118, 190, 193
Inégalité triangulaire48
Inversion spatiale.17-19, 57, 58, 97, 113, 114, 131
Ligne de désir.....5, 6, 30, 101-103, 109, 121
Longueur visuelle.....54, 133
Ludification.....117

Modèles urbains.....
 Garden city.....125
 Polycentrisme.....36, 40-44, 169
 TOD.....126, 173, 174, 176, 177, 179-187, 194
 Transit Oriented Development.....173
 Ville cohérente.....184
 Ville creuse.....126
 Ville linéaire.....12, 18, 125
 Ville passante.....124, 183
Modernité tardive.....186
Modes de transport.....
 Avion. .18, 61, 86, 113, 130, 139, 150, 158-161, 164, 175, 176
 Bateau.....74, 164
 Marche....14, 16, 29, 58, 59, 68, 110, 126, 127, 142, 173, 174, 176, 187
 Métro.....4-6, 18, 26, 30-33, 86, 110, 115, 173, 187, 191
 TGV.....31, 57, 58, 67, 114, 134, 140-142, 150, 151, 161, 164, 166, 189
 Train.....25, 34, 66, 122, 130, 158, 172
 Tramway.....16, 18, 25, 30-32, 172, 177
 Voiture14, 16, 18, 20-24, 38, 39, 59, 61, 62, 67, 86, 93, 106, 109, 110, 119, 122-124, 126, 130, 139, 142, 164, 172-176, 180, 182-187
Monopole radical.....59, 175
Ordre des proximités.....56-58, 132
Outils de l'urbanisme.....
 Planification. .26, 29, 35-38, 40, 126, 156, 171, 178, 179, 181
 Projet urbain.....13
 Zoning.....12, 16
Paradoxe118
Pause. .15, 59-61, 95, 96, 108, 109, 116-121, 123, 128, 166, 187, 190, 191, 193
Petit monde.....55, 100
Plaine homogène.....54
Polycentrisme.....40, 44
Potentiel de contact.114, 146, 154, 156, 157, 159, 161, 163, 164, 166-171
Proxémie.....80
Proximité...9, 10, 21, 22, 25, 64, 69-72, 75, 82, 86, 94, 100, 105, 110, 125-127, 131, 138, 148, 150, 153, 160, 161, 164, 173, 182, 183, 189, 190
Rapidité différenciée.....54, 66
Réseau..4, 16, 25, 38, 53-55, 77, 81, 98, 100, 110, 122, 123, 130, 150, 187
 Réseau de projet transactionnel.....38, 105
 Réseau social.....55, 100
Sentier de dépendance.....32
Théorie des graphes.....49
Time geography.....134, 135, 154, 155, 157, 191
Topologie.....49, 80, 89